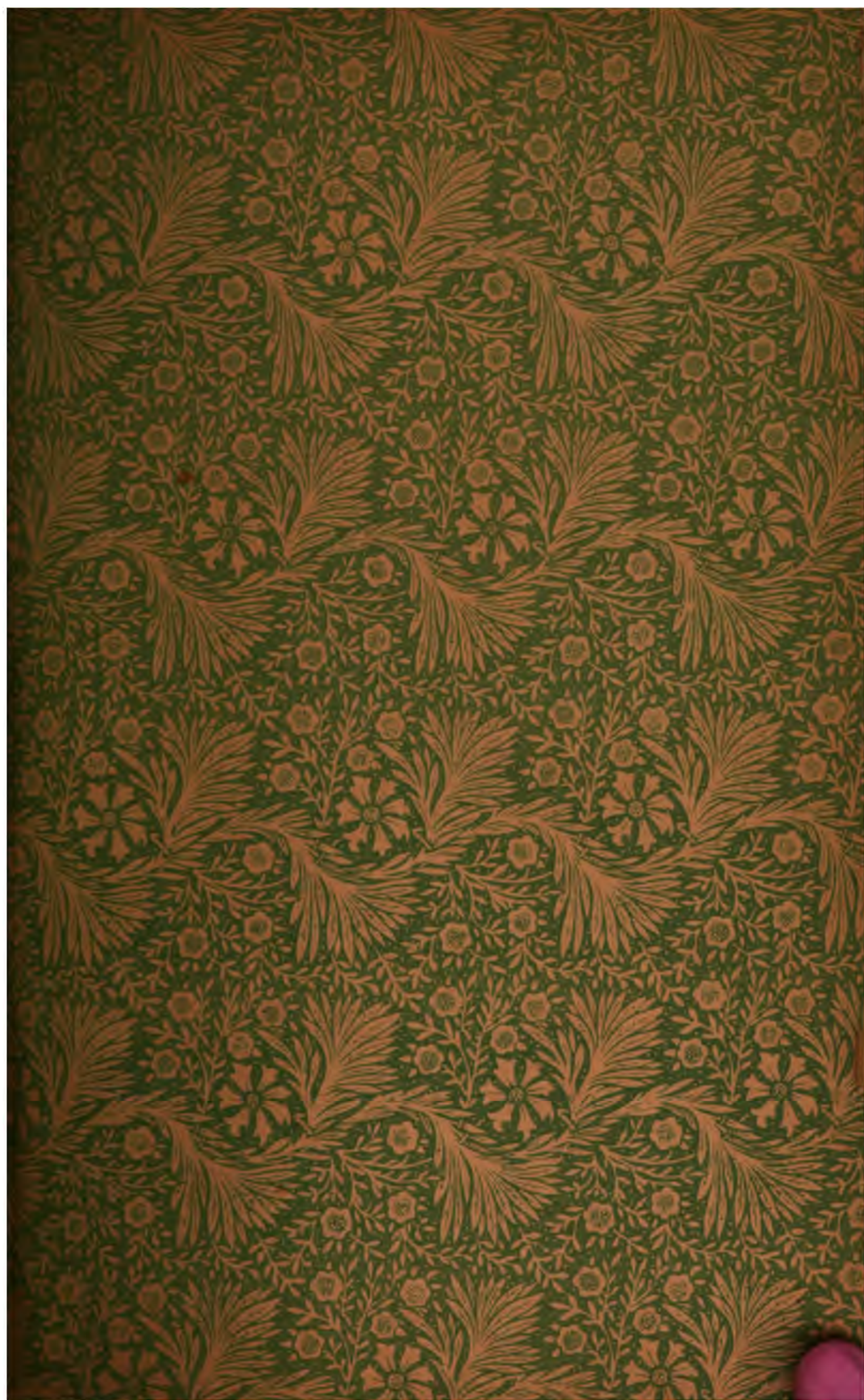


ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS

ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

COMMISSION DIRECTRICE.

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS

DE BELGIQUE

DOCUMENTS SCIENTIFIQUES, INDUSTRIELS OU ADMINISTRATIFS,
CONCERNANT L'ART DES CONSTRUCTIONS, LES VOIES DE COMMUNICATION
ET L'INDUSTRIE MINÉRALE

TOME XLVIII



BRUXELLES
IMPRIMERIE VEUVE MONNOM
RUE DE L'INDUSTRIE, 32

1890

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX A EXÉCUTER AUX RIVIÈRES A LIT MOBILE

POUR

PRÉVENIR OU DIMINUER LES INONDATIONS

PAR

M. BERGER,

ADMINISTRATEUR-INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES.

I. — Considérations générales.

Objet de ce travail. — La notice que l'on va lire est le complément de celle que nous avons publiée récemment sur les rivières à marée. Nous avons cherché à y résumer et coordonner, tout en nous efforçant de les étendre, les connaissances que nous possédons actuellement sur les meilleurs moyens à employer, pour faciliter l'écoulement des eaux dans les rivières et diminuer ou supprimer les inondations. Il y a toutefois une question que, malgré son importance capitale pour les ingénieurs hydrauliciens, nous n'avons pas abordée, c'est celle qui concerne l'axe hydraulique. Elle a été traitée par M. Boudin, dans un mémoire étendu auquel nous ne pouvons que nous référer (1).

Opérations préliminaires. — L'amélioration des

(1) *Annales des Travaux publics*, tome XX.

rivières étant avant tout un art qui a pour base l'observation et l'expérience, la première chose à faire pour l'ingénieur qui en est chargé, est de chercher à acquérir une connaissance bien intime de la voie d'évacuation, dont aucun caprice ne peut lui rester inconnu. Il faudra faire lever le plan de la rivière à une échelle convenable et le compléter par des profils en travers en nombre suffisant. Ensuite, on fera dresser le profil longitudinal pour des hauteurs d'eau convenablement rapprochées. Dans ce but, un seul nivellement suffira en général, parce que l'opérateur aura eu soin de faire placer, le long de la rivière, un certain nombre d'échelles repérées les unes par rapport aux autres et dont les cotes devront être relevées quotidiennement à la même heure et, dans le cas de grandes variations de niveau, plusieurs fois par jour. Il faudra aussi évaluer les débits pour divers points échelonnés le long de la rivière et spécialement au débouché d'affluents importants (ces débits seront classés d'après une échelle des hauteurs, depuis l'étiage jusqu'au niveau des plus fortes crues) et enfin, déterminer la position du fil de l'eau, la vitesse dont il est animé dans un certain nombre de profils en travers, ainsi que la vitesse correspondante au fond et sur les bords. On peut ajouter qu'il convient d'examiner le sol dans lequel le lit est creusé ; cette connaissance est indispensable pour l'établissement des ouvrages d'art, et elle peut aussi faire apprécier dans quel cas il est nécessaire de défendre les berges et les moyens à employer dans ce but.

Dans un rapport de mission, M. Pierrot nous a fait connaître les grands soins qu'on apporte en Hollande et en Allemagne à l'étude des rivières (1). Ces soins

(1) *Annales des Travaux publics*, tome XLIII.

paraissent indispensables si l'on veut assurer le succès des travaux à entreprendre. Pour améliorer une rivière, il faut savoir ce qui s'y passe.

Vitesse et force vive. — La vitesse est le grand élément créateur et conservateur des rivières ; combinée avec la masse, elle détermine le travail que les eaux peuvent exécuter sur le lit. Dans les rivières à marée, l'ingénieur peut modifier à la fois la masse et la vitesse pour augmenter la force vive, tandis que, dans les rivières à régime fluvial, il ne lui est possible d'agir que sur la vitesse, le volume d'eau à sa disposition étant presque toujours déterminé. Dans les rivières à marée, l'amélioration ou l'entretien se fait quotidiennement par l'action du flux et du reflux. Dans les rivières ordinaires, le travail est beaucoup moins régulier ; il est nul vers l'époque de l'étiage, alors que les eaux sont claires et limpides, et il ne commence à se manifester que lorsqu'elles ont acquis assez de vitesse pour charrier des détritus. Avec une vitesse plus grande, elles deviennent capables de corroder et d'affouiller le lit, de manière à augmenter les dimensions des sections transversales. On peut admettre que l'action des eaux est d'autant plus grande que leur volume est plus considérable, de sorte qu'au premier abord on serait tenté de croire que les dimensions du lit des rivières à améliorer doivent être calculées de façon que, non seulement il puisse suffire au débit des plus grandes crues, mais encore que le périmètre se trouve alors en équilibre sous l'action des forces qui tendraient à le modifier ; mais un lit ainsi créé ne tarderait pas à se rapetisser et une partie du travail exécuté aurait été faite en pure perte. Réciproquement, les grandes crues, comme les grandes marées, peuvent bien produire des ravages locaux, surtout s'il s'agit de rivières à forte pente ; mais, d'une manière

générale, on doit reconnaître que, la crue passée, l'état des lieux n'est pas changé. La raison de ce fait se trouve dans le peu de durée des grandes crues; tout travail dépend, en effet, non seulement de l'intensité de la force, mais aussi du temps pendant lequel elle agit. Ce sont donc les crues normales (celles qui reviennent régulièrement chaque année et qui durent longtemps), qui règlent, en réalité, les dimensions du lit; l'ingénieur doit chercher à augmenter la force vive de ces eaux et régler la section transversale en conséquence. Il n'y aura d'exception que si, comme cela se présente surtout pour les grandes rivières, on est conduit à diviser le lit en lit majeur et en lit mineur; les dimensions de ce dernier pourront alors être calculées pour un débit moindre, sans qu'il soit prudent toutefois de descendre beaucoup au dessous de celui des crues normales.

L'expression de crue normale, dont nous nous sommes servi, renferme un certain vague, en ce sens qu'elle ne précise pas exactement à quel volume d'eau elle se rapporte. « On reste donc ici et quoi qu'on « fasse dans les à peu près, ce qui est une fatalité « pour les questions d'hydraulique (1). »

L'amélioration des rivières, pour être traitée d'une manière rationnelle, suppose la connaissance de la loi suivant laquelle les vitesses se distribuent dans les diverses sections transversales et spécialement de la relation entre la vitesse moyenne et celle qui existe aux divers points du périmètre mouillé.

M. Biddaer a bien voulu se charger d'exposer, dans la note suivante, ce que l'hydraulique, dans son état actuel, nous apprend sur cette question.

« Les recherches théoriques et les expériences faites

(1) Graëff. *Traité d'hydraulique*, tome II, p. 127.

« jusqu'en ces derniers temps, en vue de connaître « les lois qui régissent la distribution des vitesses « dans une même section transversale d'un courant, « n'avaient donné que des résultats peu concordants. « Cet insuccès s'explique par la diversité des causes « dont il faudrait pouvoir tenir compte dans les for- « mules (pente du courant, forme et grandeur de la « section transversale, nature du lit, etc., etc.), ainsi « que par l'imperfection des appareils de jaugeage (1).

« Aujourd'hui, les hydrauliciens sont d'accord pour « admettre que, dans une section transversale d'un « courant, les vitesses, sur une même verticale, crois- « sent à partir du fond vers la surface du courant, « en suivant une loi parabolique.

« L'axe de la parabole représentant la loi d'accrois- « sement des vitesses, est parallèle à la surface et se « confond généralement avec celle-ci pour les canaux « réguliers de grandes largeurs relatives et à parois « de rugosité moyenne.

« M. Boussinesq, en s'appuyant sur des considéra- « tions théoriques (2) et M. Bazin, en se fondant sur « une série d'observations (3), ont été conduits à « exprimer cette loi parabolique par la formule :

$$u = V - K\sqrt{HI}\left(\frac{x}{H}\right)^2 \qquad (1)$$

« lorsque la plus grande vitesse se trouve à la sur- « face du courant.

« Si, au contraire, ainsi que cela arrive quelquefois,

(1) « On sait, en effet, que les appareils de jaugeage ne donnent que des indications fort douteuses, lorsqu'il s'agit d'observer les vitesses voisines du fond d'un cours d'eau ou encore lorsque l'on opère dans les grandes profondeurs. »

(2) *Traité d'hydraulique* de M. Graëff, tome II, page 172.

(3) *Recherches hydrauliques*, par M. Darcy, continuées par M. Bazin, p. 228.

« la plus grande vitesse correspond à un filet fluide « situé à la profondeur h' sous la surface de l'eau, la « formule (1) ne convient plus, et M. Bazin adopte la « formule suivante :

$$u = V - K \sqrt{HI} \left(\frac{x - h'}{H - h'}\right)^2 \qquad (2)$$

« Dans ces formules, u représente la vitesse cor- « respondante à un point situé à la profondeur w sous « la surface du courant dans la section considérée, « H est la hauteur de l'eau, V la vitesse maximum, « I la pente du courant et K un coefficient constant « que l'on peut prendre égal à 20.

« De la formule (1), on tire :

$$w_0 = V - K \sqrt{HI} \qquad (3)$$

$$U = V - K_1 \sqrt{HI} \qquad (4)$$

« d'où

$$U - w_0 = K'_1 \sqrt{HI} \qquad (5)$$

« U représente la vitesse moyenne et w_0 la vitesse du « fond.

« On remarquera que M. Boussinesq a obtenu la « formule (1) en supposant le cas d'un courant de « largeur indéfinie et de hauteur d'eau uniforme H; « les vitesses des points situés à la même profondeur « sous la surface du courant ont, par conséquent, « mêmes valeurs dans toute l'étendue de la section « transversale. U est donc, non seulement la vitesse « moyenne pour une même verticale, mais encore la « vitesse moyenne de la section considérée, et, analy- « tiquement, l'on trouve que $K_1 = \frac{20}{3}$ ou 6.67 et, par suite, $K'_1 = 13.33$.

« S'il s'agit d'une section de largeur définie, il n'en « est plus ainsi, car les parois latérales exercent,

« tout comme le fond du courant, une influence retar-
« datrice sur les vitesses. Cette influence va en s'atté-
« nuant à mesure que l'on s'éloigne des bords et ainsi
« les vitesses vont en augmentant pour atteindre leur
« valeur maximum en un point généralement situé
« vers le milieu du courant.

« Sur la verticale passant par ce point, on peut
« admettre que la vitesse moyenne U sera celle donnée
« par l'équation (4) pour $K'_1 = 6.67$, à condition que la
« largeur de la section soit relativement grande. Mais
« si, de la formule (4), on voulait tirer la valeur de la
« vitesse moyenne pour toute la section considérée,
« M. Bazin (*) a montré qu'il faudrait prendre pour
« K'_1, une valeur double de celle trouvée ci-dessus,
« soit $K_1 = 14$ environ, et, par suite, dans l'équation
« (5), faire $K'_1 = 6$.

« Lorsque la vitesse maximum ne se trouve plus à
« la surface de l'eau, nous avons vu que la loi de
« la distribution des vitesses, dans une section d'un
« courant, était donnée par la formule (2) (*).

« De cette formule, on peut aisément déduire une
« relation semblable à la formule (5) :

$$U - w_0 = K'_2 \sqrt{HI} \frac{H(2H - 3h')}{(H - h')^2} \qquad (6)$$

« dans laquelle $K'_2 = \frac{K}{3} = \frac{20.}{3}$

« Cette valeur de K'_2 suppose qu'il s'agit d'un
« courant de largeur indéfinie et de hauteur d'eau
« uniforme H ; pour appliquer la formule au cas d'un
« courant de largeur définie relativement grande, il
« faudra donner à K'_2 une valeur convenable.

(*) « M. Bazin, dans une note insérée aux *Annales des ponts et chaussées de France* (année 1875, 2e semestre, page 309) a montré que cette loi concordait d'une manière aussi satisfaisante que possible avec ce qu'indiquent les résultats des expériences. »

« Pour trouver cette valeur, posons $h' = o$ dans « l'équation (6), il vient ainsi :

$$U - w_0 = 2\ K_2 \sqrt{HI} \qquad (7)$$

« relation qui doit être identique à la formule (5) et, « par conséquent, il faut que

$$2\ K_2 = K_1 = 6. \quad \text{d'où} \quad K_2 = 3$$

« Dans le second membre de l'équation (6), tous les « termes, sauf h' nous sont donc connus. Or, il est dif- « ficile, sinon impossible, de déterminer analytique- « ment la valeur de h'. Comme le dit M. Graëff, cette « valeur varie avec la nature du lit du cours d'eau, sa « pente et sa largeur et, pour un même cours d'eau, « suivant le plus ou moins d'inégalités accidentelles du « lit ou suivant la direction du vent.

« Mais si l'on observe que h' est toujours plus petit que $\frac{H}{2}$, l'on reconnaîtra aisément que la valeur du terme $\frac{H(2H-3h')}{(H-h')^2}$ varie entre des limites fort rapprochées.

« En effet, ce terme a pour valeur maximum « 2.25 lorsque $h' = \frac{H}{3}$ et sa valeur minimum est égale « à 2 lorsque $h' = o$ et lorsque $h' = \frac{H}{2}$.

« Les valeurs de $U - w_0$ sont, par conséquent, « toujours comprises entre $6\sqrt{HI}$ et $6.75\sqrt{HI}$. En « sorte que, si l'on calcule $U - w_0$ par la formule (5), « alors que la vitesse maximum se trouve sous la sur- « face de l'eau, l'erreur commise sera moindre que » les $\frac{0.75}{6.75}$ ou le $\frac{1}{9}$ de la valeur qu'aurait donnée la « formule (6) ou encore, l'on peut dire que l'erreur sera

« moindre que les $\frac{0.75}{6}$ ou les 0.125 de la valeur « trouvée.

« Nous avons insisté, assez longuement, sur les « lois qui régissent la distribution des vitesses sur « une même verticale, dans une section d'un courant, « parce que ce sont ces lois qui nous donnent les indi- « cations les plus utiles à la pratique de l'ingénieur.

« Nous ajouterons que, dans le sens transversal « au courant, l'on admet, également, que les vitesses « croissent à partir des bords en suivant une loi para- « bolique de la forme de l'équation (2). La valeur du « paramètre *k* devrait, d'ailleurs, être déterminée, en « chaque cas, au moyen d'un nombre suffisant d'expé- « riences.

« Les formules que nous venons de discuter ne « s'appliquent qu'aux cours à régime régulier et à lits « de rugosité moyenne ».

De ces formules dérivent plusieurs conséquences importantes.

On voit, d'après la formule (5), que, toutes choses égales, l'écart entre la vitesse moyenne et celle du fond est d'autant plus réduit que la pente est moindre; conséquemment, dans le cas d'une rivière à pente douce, la vitesse moyenne peut ne pas être très grande et correspondre à une vitesse de fond suffisante pour empêcher tout atterrissement. C'est, du reste, ce que l'on constate dans la partie inférieure des grands fleuves, où la pente devient parfois insignifiante. Les rivières à faible pente ne doivent donc pas nécessairement s'envaser.

Une autre conséquence à tirer, c'est que la vitesse de surface ou la vitesse moyenne et la profondeur peuvent augmenter, sans qu'il y ait changement dans la vitesse du fond, ce qui explique pourquoi des rivières

présentent parfois des vitesses de surface très différentes en divers points de leur cours, sans qu'il y ait cependant ni approfondissement ni formation de dépôts, ces vitesses différentes pouvant très bien correspondre à la même vitesse du fond. On comprend aussi pourquoi les écluses de chasse qui sont si utiles pour maintenir une profondeur moyenne dans les chenaux d'accès aux ports de mer, deviennent inefficaces lorsque la profondeur à réaliser dépasse certaine limite. On peut enfin s'expliquer, par les formules, le peu d'action que les grandes crues produisent sur le fond des rivières.

Comme première application des formules précédentes, nous rapporterons ce qui s'est passé, il y a quelques années, sur l'Escaut, à Appels.

La rivière formait, dans cette localité, une boucle dont le dessin est représenté fig. 1, pl I ; c'était évidemment une grande défectuosité ; aussi, l'ingénieur, M. Troost, proposa-t-il de la faire disparaître au moyen d'une rectification ; il adopta, pour largeur en gueule du nouveau profil, celle qui peut être considérée comme la largeur normale dans cette région, et il en conclut que la profondeur à donner au redressement devait être celle qui correspond à cette largeur normale. Le raisonnement était parfaitement juste ; mais comme, aux abords du coude d'Appels, l'Escaut avait une largeur relativement faible et par suite, une profondeur relativement forte il en résulta qu'en profil, le projet de M. Troost (fig. 2, pl. I) présentait l'effet d'un long palier élevé d'environ $2^{m},00$ au dessus du niveau du thalweg à ses deux extrémités ; la figure était assez bizarre, et l'on exigea que le plafond fût abaissé au niveau du thalweg. Les lieux se prêtaient d'ailleurs très bien à un travail de ce genre, puisque l'on pouvait compter, pour maintenir le nouveau lit, sur la

pente relative devenue plus forte et sur l'augmentation de la force vive, résultat de la suppression des coudes; malgré cela, le lit ne tarda pas à s'envaser, et, aujourd'hui, on ne trouve pas, à Appels, de profondeur supérieure à celle que l'auteur du projet avait voulu lui donner de prime abord.

On doit donc considérer comme établi qu'il existe un rapport nécessaire entre la largeur des rivières et leur profondeur et que, toutes autres choses restant égales, si l'on augmente une de ces dimensions, il faut diminuer l'autre.

Nous ferons enfin observer que les formules ci-dessus permettront de faire usage du principe fondamental suivant, qui joue un grand rôle dans l'amélioration des rivières :

Dans toute rivière améliorée, les vitesses le long du périmètre doivent rester les mêmes que dans le lit primitif supposé en équilibre.

En effet, si les vitesses étaient augmentées, il y aurait tendance à corrosion ou à affouillement et le lit choisi serait trop petit. Si les vitesses étaient moindres, il y aurait tendance à atterrissements et le lit aurait été fait trop grand.

Le principe suppose, cela va de soi, que l'on n'aura pas de travaux de défense à effectuer ; mais, dans plus d'un cas, les conditions à remplir rendront ces travaux indispensables.

Définition. — Nous désignerons sous le nom de rivière *bien constituée* celle dont l'axe hydraulique affecte une forme parabolique dont la convexité est tournée vers le bas ; dans une pareille rivière, les eaux s'élèvent évidemment moins que si la pente était uniforme et, à plus forte raison, que si la convexité était tournée vers le haut. Il s'agit de faire voir qu'une pareille forme est réalisable, c'est-à-dire que la pente peut diminuer à mesure que le débit augmente.

Si nous reprenons l'équation :

$$U - w_0 = K_1 \sqrt{HI},$$

on voit que w_0 peut rester le même lorsque H augmente, pourvu que I diminue et que U conserve une valeur convenable ; or, en supposant que la situation reste constante sur une longue étendue, l'équation du mouvement uniforme

$$U = \alpha \sqrt{RI}$$

fait savoir que U peut rester invariable et même augmenter lorsque I diminue, pourvu que R varie en conséquence ; or, jamais, dans les rivières ordinaires, du moment que le débit est assez considérable, R n'atteint son maximum, il est donc possible de l'augmenter.

La rivière doit être considérée comme d'autant mieux constituée que la parabole est plus aplatie.

L'axe hydraulique des rivières présente toujours, dans son ensemble, la forme que nous venons de décrire, mais jamais à un degré de perfection tel qu'elles ne soient plus susceptibles d'amélioration.

Remarque. — L'observation que nous venons de faire facilite beaucoup la rédaction des projets d'amélioration, parce qu'elle montre immédiatement où se trouvent les plus grandes défectuosités.

Supposons, par exemple, que le nivellement et les sondages aient donné le profil fig. 3 pl. I, on saura que le thalweg qui, dans une rivière bien constituée suit l'allure de l'axe hydraulique, doit recevoir un profil analogue à celui indiqué par un gros trait plein et, par conséquent, le premier travail à exécuter, sera de chercher à faire disparaître le haut fond existant à l'aval et qui, pour les eaux supérieures, fait l'effet d'un véritable barrage.

II. — Travaux a exécuter aux rivières pour abaisser l'axe hydraulique.

Si l'on a levé le profil en long d'une rivière pour diverses hauteurs d'eau, on constate, dans ce profil, des renflements et des dépressions qui, d'ailleurs, ne se presentent pas constamment aux mêmes lieux ; il y a même parfois renversement, c'est-à-dire que les dépressions qui existent lors des basses eaux peuvent, lors des hautes eaux, être remplacées par des renflements ; on en voit un exemple dans la fig. 4, pl. I; les eaux du Pô qui, dans une situation normale, sont basses à Zocca, s'y élèvent, lors des crues, plus que partout ailleurs.

Si l'ingénieur chargé du service d'une rivière a principalement en vue d'améliorer la navigation, il s'occupe surtout de faire disparaître les renflements qui se produisent dans les eaux ordinaires, à l'effet d'approfondir le lit dans les endroits où le mouillage n'est pas suffisant, aux dépens des endroits qui présentent une profondeur inutile. Celui dont la mission est d'améliorer l'écoulement des crues, porte surtout son attention sur les renflements qui ont lieu dans les grandes eaux et sont désignés sous le nom de *ventres des crues*.

Les travaux que l'on exécute dans ce but sont compris dans la désignation générale de *normalisation*.

Normaliser une rivière, dans le sens que nous lui donnons ici, c'est donc faire disparaître les ventres de l'axe hydraulique.

La normalisation ne suffit pas, ordinairement, pour prévenir les inondations, attendu que des localités vis-à-vis desquelles l'axe hydraulique présente sa convexité vers le bas, peuvent en souffrir également, on n'obtient

donc de résultat aussi complet que le permet l'art de l'ingénieur que par un *abaissement général de l'axe hydraulique.*

Lorsqu'il s'agit d'un fleuve considérable tel que la Meuse, le Danube ou la Loire, l'abaissement de l'axe hydraulique sur une grande échelle constitue un travail si important que l'on court d'abord au plus pressé, en faisant disparaître les principales défectuosités. Il n'existe pas, d'ailleurs, de limite bien tranchée entre la normalisation et l'abaissement général de l'axe hydraulique, d'autant moins que c'est au moyen de travaux de même nature que l'on réalise l'une ou l'autre amélioration. Le présent paragraphe a pour objet d'indiquer quels sont ces travaux.

Obstacles à l'écoulement résultant du fait de l'homme. — Il peut arriver que les obstacles au libre écoulement des eaux soient purement artificiels ; tel est le cas des ponts trop étroits ou trop bas et des barrages d'usines ; avant de se décider à les démolir ou à les remanier, on examine l'importance du renflement qu'ils produisent et les dommages qui en résultent comparés avec le coût des travaux à exécuter pour faire disparaître le renflement.

En règle générale, l'action retardatrice occasionnée par les ponts sur le mouvement des eaux est d'autant plus considérable que celles-ci sont plus abondantes ; pour les barrages, c'est l'inverse.

Confluents. — Lorsqu'une rivière se jette dans une autre, il se produit ordinairement, au confluent, de grands atterrissements qui résultent de plusieurs causes. D'abord, les crues des deux rivières n'ont pas toujours lieu en même temps ; l'affluent débouchant dans une eau relativement tranquille, y dépose les matières qu'il charrie ; ces dépôts peuvent se produire même lorsque les crues sont simultanées ; les eaux de

l'affluent forment alors, en quelque sorte, dans le lit principal, un barrage qui facilite l'accumulation des détritus transportés par les deux rivières. Cet effet nuisible est favorisé par la circonstance que l'action des eaux de la rivière principale provoque des dépôts, surtout à l'aval de l'embouchure ; l'affluent tend donc à prendre une direction normale au cours principal ou même dirigée vers l'amont, de sorte qu'alors les deux courants luttent directement l'un contre l'autre. Le remède à apporter à cet état de choses consiste à faire déboucher l'affluent très obliquement et même tangentiellement dans le lit principal et dans la direction d'aval. C'est le principe appliqué au redressement de l'Ourthe à Fétinne. M. Hagen recommande en outre de donner à la rivière, dans la région de l'affluent, une largeur moindre que la largeur normale ; de cette manière, les détritus, dès qu'ils pénètrent dans le lit principal, sont immédiatement saisis par le courant et transportés au loin. Les dimensions des matériaux charriés par l'affluent étant ordinairement beaucoup plus grandes que celles des matériaux transportés par la rivière, on sera presque toujours obligé de faire de grands dragages en même temps que l'on améliorera le confluent.

Nous donnons comme exemple (fig. 5, pl. I), le raccordement du Jura avec la Memel. L'amélioration s'est faite au moyen d'épis, genre de construction dans lequel les ingénieurs allemands ont souvent obtenu de grands succès.

Comme deuxième exemple du raccordement de deux rivières, nous citerons le raccordement, proposé par M. Maus, de la Senne avec la dérivation du Leybeek (fig. 6, pl. I). La description de cet ouvrage est donnée dans les termes ci après (1) :

(1) Projet des travaux de rectification et d'élargissement du lit de la Senne (p. 35).

« Les dispositions suivantes ont été prises dans le
« but d'empêcher toute contraction dans l'écoulement
« des eaux passant d'un lit unique dans les deux
« branches composées, l'une de la dérivation du Ley-
« beek et l'autre du lit de la Senne conservé entre
« Eppeghem et Sempst.

« A partir du point où l'axe de la branche de droite,
« ou lit de la Senne, commence à diverger de l'axe
« du lit principal, en amont de la dérivation du Ley-
« beek, le fond s'élargit progressivement jusqu'au
« point où l'excédent de largeur égale la largeur
« du fond du lit de cette branche ; à ce point com-
« mence la bifurcation marquée par l'intersection du
« talus de gauche de la branche de droite avec le talus
« de la rive droite de la branche de gauche.

« La ligne d'intersection de ces talus part du fond,
« s'élève graduellement et marque la ligne de division
« des deux branches, qui est complète lorsque l'inter-
« section des talus atteint le niveau des berges.

« La base des talus, normale vis-à-vis du point de
« divergence des axes, diminue graduellement jusqu'au
« point de bifurcation, de manière à conserver la même
« section d'écoulement, la réduction de section, pro-
« duite par la diminution de la base des talus, com-
« pensant l'augmentation de la section due à l'élargis-
« sement du fond.

« La transition entre la section au point de bifurca-
« tion et les deux sections distinctes, se fera insensi-
« blement sans changement brusque de vitesse et sans
« remous appréciable. »

Dans son projet d'amélioration de la Senne, M. Vandervin a eu à s'occuper du raccordement de deux rivières d'importance presque égale, celui de la Senne avec la Dyle (fig. 7, pl. I); voici comment il s'exprime lui-même au sujet de ce raccordement.

« La jonction de la Dyle et de la Senne se fait dans « de très mauvaises conditions. Les directions des « deux rivières sont telles que leurs eaux, au lieu de « se marier convenablement à leur rencontre, se heur- « tent violemment. En outre, dans l'angle formé par « les deux lits, aboutit le chenal d'accès au canal de « Louvain, circonstance qui augmente d'une façon « très préjudiciable au régime des cours d'eau, « l'espace naturellement exagéré déjà dans lequel « s'épanouit le lit unique d'aval pour se diviser en « deux lits distincts.

« Ces causes engendrent nécessairement des agita- « tions et des remous qui attaquent les berges et le « fond d'une manière très irrégulière et rendent le lit « instable.

« D'autre part, le fond du lit unique est creusé « profondément en certains points où les sondages « décèlent des fosses assez importantes, tandis qu'en « d'autres la profondeur est insuffisante. En effet, la « cause des érosions est toute locale et — si l'on peut « ainsi dire — désordonnée. Une force vive impor- « tante est absorbée en un travail inutile ; les cou- « rants, dans leur antagonisme, se sont partiellement « détruits, au détriment du lit unique d'aval. Aussi, à « côté des érosions, constate-t-on la formation de « dépôts activée par l'exagération de section.

« Dans l'étude de l'amélioration du régime des deux « rivières dont il s'agit, il importait donc d'examiner « avec soin les conditions à réaliser en vue d'obtenir « une situation meilleure au confluent.

« Les deux courants qui se rencontrent repré- « sentent deux masses animées de certaines vitesses « et dont il faut étudier la composition.

« On peut supposer ces masses concentrées en leurs « centres de gravité, en vertu du théorème de dyna-

« mique établissant que le centre de gravité d'un sys-
« tème matériel en mouvement, se meut comme un
« point dont la masse serait égale à la somme des
« masses des points du système, et qui serait sollicité
« par les forces extérieures, transportées en ce point
« parallèlement à elles-mêmes.

« A la marée basse, les courants de jusant ont le
« plus d'énergie en temps de crues, au point où nous
« nous plaçons, attendu que les courants de marée
« s'évanouissent alors. C'est donc cette époque qu'il
« convient d'envisager.

« Mais les programmes des travaux d'amélioration
« de la Senne et de la Dyle, imposent très sensible-
« ment la même vitesse moyenne maxima aux deux
« rivières. Si donc on considère les quantités de mou-
« vement du système, elles deviendront proportion-
« nelles aux débits des deux courants, et se compose-
« ront à la manière de deux forces proportionnelles à
« ces débits.

« Il en résulte que si l'on veut éviter, autant que
« possible, l'attaque des berges par les courants, à
« leur confluent, il faudra donner à l'axe du lit unique
« la direction de la diagonale du parallélogramme
« construit sur les axes des deux lits convergents et
« dont les côtés soient proportionnels aux débits
« propres à ces lits.

« La quantité de mouvement résultante sera donnée
« en grandeur et en direction par cette diagonale.

« Celle-ci étant plus petite que la somme des com-
« posantes, on voit qu'une certaine quantité de mouve-
« ment sera nécessairement perdue à la jonction des
« deux rivières et cette perte sera d'autant plus impor-
« tante que l'angle de convergence sera plus grand.

« A ce point de vue donc, le confluent sera d'autant
« mieux tracé que l'angle de convergence sera plus
« petit.

« On pourra, d'ailleurs, se donner les directions des « deux affluents ou la direction de l'un d'eux et celle « du lit unique d'aval.

« C'est d'après ces considérations que le tracé du « confluent de la Senne et de la Dyle a été étudié.

« Le débouché du canal de Louvain, dont la situa- « tion — on le voit — est très malheureuse au point « de vue du régime des eaux, rendait plus impérieuse « encore, dans ce cas spécial, la nécessité de diminuer « l'angle de convergence des affluents, et, dans ce « but, au raccordement des lits de ceux-ci avec le lit « unique, les talus des rives situées dans cet angle ont « été raidis. On a pu ainsi réduire cet angle-ci et par « la diminution de la largeur des musoirs et par le « rejet des axes vers la direction de l'axe unique.

« Ce dernier a d'ailleurs été tracé de manière à con- « server une navigation facile vers le canal de Lou- « vain.

« L'espace mort, à l'entrée du canal, dans lequel se « forment notamment aujourd'hui des dépôts entra- « vant cette navigation, sera réduit à peu près à la « crique formée par le chenal d'accès que l'on ne « saurait mettre à l'abri de cette influence. L'expé- « rience a d'ailleurs démontré que de simples chasses « pratiquées par les ventelles des portes de l'écluse « d'accès, ont assez de puissance pour nettoyer le « chenal. »

Coudes. — Les coudes dans les rivières sont nuisibles à trois points de vue; d'abord, par suite de l'action de la force centrifuge, le courant est reporté vers la rive concave qu'il tend à corroder. En second lieu, la section devient irrégulière, la profondeur est grande près de la rive concave, tandis qu'il y a atterrissement et souvent formation de grève près de la rive convexe; la nappe liquide en entrant dans un

coude doit donc changer de forme, ce qui ne peut se faire sans absorber une certaine quantité de force vive. Enfin, il y a aussi dans la nappe liquide un changement de direction et, comme conséquence, nouvelle perte de force vive.

Nous ne possédons pas, pour les rivières, d'observations qui nous permettent d'apprécier la diminution de force vive ou la perte de charge à laquelle les coudes donnent lieu. On est généralement d'accord à la considérer comme très faible, de sorte qu'au point de vue de l'écoulement des eaux, il ne peut y avoir qu'un minime intérêt à augmenter dans une forte proportion les rayons des coudes, pourvu que ceux-ci ne soient pas trop brusques.

Défluents. — Les défluents se rencontrent sur la plupart des rivières importantes; ce sont en premier lieu les bras des îles dont ces rivières sont très souvent parsemées. Un cas plus rare est celui où une rivière jette une partie de ses eaux dans une autre rivière; c'est ainsi que le Casiquiare réunit l'Ornico avec le Rio-Negro, affluent de l'Amazone; les eaux qui passent de l'Ornico dans le Rio-Negro, forment un bras assez puissant pour que la navigation s'y fasse sans obstacle. Les défluents sont aussi généralement nombreux dans la partie inférieure des fleuves qui se divisent ordinairement en plusieurs bras avant de se jeter dans la mer. Enfin, on crée aussi des défluents artificiels pour soulager la rivière principale et on leur donne le nom de dérivations.

Nous allons examiner ces divers cas, à l'exception toutefois du second qui ne se rencontre pas assez fréquemment pour être considéré d'une manière spéciale.

Les îles, au point de vue de la navigation comme à celui de l'écoulement des eaux, présentent cet inconvénient que, d'abord, la profondeur y est généralement

moindre que si tous les bras étaient réunis, la résistance au mouvement par suite de l'augmentation du périmètre y devient plus considérable et, pour vaincre cette résistance, l'eau doit s'y donner une pente plus forte; l'axe hydraulique affecte donc la forme indiquée fig. 8, pl. I, le point *A*, sommet du renflement, se trouvant un peu en amont des îles. Au point de vue de la navigation, on pourrait se borner à réunir les deux bras en un seul et à calculer les dimensions du nouveau lit en supposant que la pente soit conservée ; c'est ainsi que procède M. Hagen; mais au point de vue de la normalisation telle que nous l'avons définie, il ne résulterait aucun avantage d'un pareil travail; ici, ce qu'il faut faire, c'est réunir le point *B* au point *C* par une ligne droite, et, le débit étant connu, calculer les dimensions à donner au lit pour que les eaux s'écoulent suivant la pente *BC*. En général, les dimensions de ce lit diffèrent peu de celles qu'il affecte en *C* et, d'un autre côté, les travaux doivent être poursuivis rarement au delà du point *A*, le relèvement de *B* en *A* étant ordinairement la conséquence de la mauvaise situation du lit entre *A* et *C*.

Si, dans la pratique, les îles donnent toujours une mauvaise forme à l'axe hydraulique lors des eaux basses, il n'en est pas nécessairement ainsi dans les hautes eaux ; les îles sont généralement peu élevées et, par suite, fournissent, à l'époque des grandes crues, un bon lit majeur ; cette circonstance doit être soigneusement étudiée d'avance et on n'entreprend des travaux de normalisation en vue de faciliter l'écoulement des grandes crues que s'il est bien constaté que, dans cette situation, l'axe hydraulique offre toujours la forme représentée fig. 8, pl. I (1).

(1) Si l'observation montre que les bras formés par les îles présentent les facilités et le tirant d'eau voulus pour la navigation et que les sections

Lorsque, pour une cause quelconque, l'amélioration d'une rivière n'est pas possible dans une de ses sections ou ne peut se faire que d'une manière incomplète ou trop coûteuse, on a parfois recours à une dérivation.

Il est facile de se rendre compte de ce qui se passe sur une section dont on a dérivé une partie du débit.

« Nous devons faire remarquer, d'abord, qu'en aval « de la dérivation, il arrivera toujours le même volume « d'eau, et le lit n'y ayant subi aucune modification, « rien n'y sera changé ; l'eau s'y maintiendra toujours « à la même hauteur.

« A l'origine de la dérivation, l'eau se répandant « dans deux bras au lieu d'un, il en résultera un abais- « sement de niveau d'autant plus grand que la section « du nouveau bras sera plus considérable. Dans la « rivière et dans la dérivation, cet abaissement se « maintiendra vers l'aval sur une certaine longueur ; « ensuite, le fil de l'eau se relèvera insensiblement « pour regagner sa position primitive à l'extrémité « aval de la section dérivée.

« L'abaissement de niveau produit à l'amont pro- « voquera une augmentation de la pente de superficie « en même temps qu'une majoration de vitesse.

« Avec cette vitesse, grandit la force d'érosion et la « puissance de transport de la masse liquide ; l'eau « creuse le lit et, chargée d'une quantité de gravier « plus grande que jadis, elle entre dans l'ancien et le « nouveau lit de la section de rivière modifiée.

« Dans aucune de ces deux branches, il n'y a plus « équilibre entre les forces en jeu. L'abaissement de « niveau a eu pour résultat une réduction de la vitesse

mouillées *restent stables* sous l'action des crues, il n'y a aucun inconvénient à conserver les îles. Mais si, au contraire, ces conditions ne sont pas réalisées, il est préférable de supprimer les îles et de normaliser avec création de zone d'inondation (M. Debeil).

« moyenne et, par conséquent, une réduction de la « force d'érosion et de transport.

« En substituant deux lits à un seul, on a augmenté « considérablement le périmètre mouillé et il en est « résulté un accroissement de la force retardatrice ; « celle-ci l'emportant sur la force érosive, des dépôts « doivent se former (1). »

Nous ajouterons à ce que vient de dire M. Pierrot, l'extrait suivant de l'ouvrage de M. Lechalas.

Dans la seconde partie de l'introduction à son ouvrage sur les crues du Tibre, l'ingénieur Baccarini, ancien ministre des travaux publics du royaume d'Italie, s'exprime de la manière suivante :

« Quant à l'emploi des dérivations pour abaisser les « crues, toute l'école italienne le regarde comme un « moyen trompeur. Paléocapa a fermé le Castagnaro, « dérivation de l'Adige ; le même et Fossombri ont « fermé le Basinello, dérivation du Sile. »

« Si les dérivations rentrent dans le fleuve, c'est « encore pis : la pente de l'eau dans les deux branches « est réglée par la surface de la crue dans la section « de réunion, qui demeure constante (2). »

Il faudrait croire, d'après cela, que les dérivations devraient être définitivement condamnées. Il n'en est rien pourtant ; seulement, comme pour beaucoup d'autres travaux, il convient d'examiner la situation dans laquelle on se trouve et de se rendre compte des mesures à prendre pour réussir.

Si l'on considère les dérivations comme un complément du lit mineur, rien n'est plus mauvais en général, puisque les lits mineurs sont déjà presque toujours trop larges et par suite à moitié remplis de détritus ; mais, depuis que les ingénieurs ont commencé à avoir recours à l'observation pour étudier l'amélioration des

(1) Extrait d'un mémoire inédit de M. Pierrot.
(2) Lechalas. *Hydraulique fluviale*, p. 408.

rivières, ils ont pu constater que l'axe hydraulique des grandes crues était souvent bien différent par sa forme, de celui des basses eaux et que l'absence d'un bon lit majeur pouvait créer des ventres de crues fortement accentués ; l'idée a dû leur venir, dès lors, de créer des dérivations pour servir dans les grandes crues seulement et, en conséquence, de fermer les dérivations par des barrages. C'est le système qui a été usité pour les dérivations de Liége. Voici en quels termes M. Debeil s'exprime au sujet de ces ouvrages :

« Le plan de Liége avant 1850 (voir fig. 9, pl. I) « montre que la Meuse, dans la traverse, présentait « un cours défectueux, dangereux pour la navigation, « et un débouché insuffisant, inférieur même au « débouché normal en amont de Liége.

« Cette situation était d'autant plus irrationnelle « que la Meuse recevait, avant son entrée à Liége, à « Fétinne, une partie du débit de l'Ourthe par le bras « important appelé Fourchu-Fossé.

« On a remédié à cet état de choses nuisible au plus « haut degré à la navigation et à l'écoulement des « crues, par la réalisation des projets de MM. Kümmer « et Houbotte, basés sur les considérations sui- « vantes :

« *a*. L'amélioration de la navigation dans la tra- « verse de Liége ne pouvait être obtenue qu'en corri- « geant en même temps le système d'évacuation des « crues.

« *b*. Il ne pouvait y avoir simultanément et conve- « nablement navigation et évacuation de ces eaux par « la seule branche qui formait la traverse.

« *c*. Il convenait, pour satisfaire aussi complète- « ment que possible à ce programme, de rectifier la « Meuse entre le pont des Arches et la chapelle du « Paradis, de canaliser la rivière en établissant les

« barrages mobiles de la Fonderie et d'Avroy, d'ad-
« joindre à la Meuse une nouvelle branche dérivant
« cette rivière depuis Fétinne jusqu'à la Fonderie de
« canons, et séparée de celle-là, en temps normal, par
« le barrage mobile de Fétinne.

« *d*. Il importait d'augmenter le débouché de la
« Meuse en aval de la ville, par un second redresse-
« ment et par une seconde dérivation à travers les
« prés Marexhe, vis-à-vis d'Herstal.

« Les projets Kümmer, dressés d'après ce pro-
« gramme, longuement examinés et discutés au sein
« du Comité permanent des travaux publics, ont été
« exécutés après la grande crue de 1850, dans les
« années 1853-1858.

« Lors de la crue de décembre 1880, on a pu con-
« stater les excellents résultats obtenus par l'ensemble
« des travaux exécutés à Liége. C'est ainsi qu'à l'ori-
« gine de la dérivation, à Fétinne, la crue de 1880
« était inférieure à celle de 1850 de $0^m,25$; qu'en
« amont de la ville, jusqu'à la frontière française, la
« crue de 1880 dépassait celle de 1850 de $0^m,70$ à
« $1^m,20$; qu'aux abords du pont des Arches, cette
« différence en plus sur la crue de 1850 n'était que
« de $0^m,10$, tandis qu'elle atteignait en aval de Liége,
« à Wandre et au delà, $0^m,30$ et $0^m,40$.

« L'efficacité de ces travaux, au point de vue de
« l'évacuation des eaux de crues, est donc incontes-
« table, et c'est grâce à eux que la ville de Liége a été
« préservée, en 1880, d'un vrai désastre.

« Il est à remarquer que, d'après un mémoire rédigé
« par les auteurs du projet, la dérivation était des-
« tinée : 1° à fonctionner seule pour l'évacuation des
« crues moyennes de la Meuse, alors que la naviga-
« tion s'effectuerait régulièrement et sans entraves
« par la traverse; 2° à concourir, en temps de crues

« importantes, avec la branche principale, à l'évacua-
« tion des eaux supérieures.

« Nous devons cependant constater que les choses « ne se passent ainsi que lorsque les crues de la « Meuse ne sont pas précédées immédiatement d'une « crue de l'Ourthe dépassant le niveau du déversoir « de Fétinne.

« Il est à remarquer que bien souvent les crues de « l'Ourthe devancent celles de la Meuse et qu'elles « sont généralement brusques et violentes, entraînant « avec elles des pierres, des galets et parfois des « objets de grandes dimensions.

« En peu de temps, le niveau de l'Ourthe dépasse « celui du fleuve et l'eau, ainsi que les corps flottants « et autres, se précipitent dans la Meuse au dessus « du déversoir et à travers le barrage de Fétinne, « dont les aiguilles sont ainsi renversées vers l'amont, « jetant la perturbation dans le bief d'Avroy où le « barrage s'encombre de bois, de fagots, etc., et où « la sécurité de la navigation et la conservation des « ouvrages peuvent être sérieusement compromises.

« D'autre part, la saignée brusque qui s'opère à « Fétinne vers la Meuse et la disposition vicieuse de « l'embouchure de l'Ourthe, facilitent singulièrement « l'arrêt des matières charriées à l'origine même de « la dérivation.

« Des dépôts considérables se produisent également « dans la partie inférieure de la dérivation ; ils sont « attribués spécialement au relèvement du niveau des « crues (provoqué par l'obstruction graduelle du lit « majeur à l'aval de Liége) et par conséquent à la « diminution de vitesse des eaux.

« La sécurité de la ville exige que la dérivation « soit entretenue et maintenue sous profil, ce qui « nécessite des dragages coûteux et fréquents. Cet

« entretien a donné lieu, de 1869 à 1883, à une « dépense totale de 417,000 francs.

« Des projets, élaborés pour corriger les inconvé-« nients signalés, ont été exposés par le service « spécial de la Meuse au Grand Concours international « de 1888 à Bruxelles.

« Ils comportent notamment la rectification de l'em-« bouchure de l'Ourthe suivant une direction tangen-« tielle à la dérivation, ainsi que le dégagement dans « une large mesure du confluent de la Meuse et de la « dérivation en aval de Liége. Ces projets pourront « être utilement complétés dans l'avenir par la trans-« formation du barrage de Fétinne et la surélévation « du déversoir, de façon à isoler la Meuse de l'Ourthe « lors des crues de celle-ci. Cette transformation assez « délicate devra être combinée de manière à mettre « la Meuse en communication avec la dérivation au « moment où la crue du fleuve l'emporte sur celle de « l'Ourthe.

« La dérivation remplirait ainsi ce double but : elle « servirait à l'évacuation des crues ordinaires de « l'Ourthe sans que celles-ci troublent la navigation « dans la traverse de Liége et, tout en restant le « régulateur ordinaire du débit de la Meuse, supplée-« rait au moment utile au débouché insuffisant de cette « branche principale.

« Quant à la dérivation à travers les prés Marexhe, « elle est séparée de la Meuse par un déversoir en « pierres sèches établi à $2^{m},50$ au dessus du niveau « des basses eaux d'été. Elle supplée en partie à l'in-« suffisance du lit mineur et elle présente, comme tous « les ouvrages de l'espèce, l'inconvénient de provo-« quer des atterrissements considérables et des modi-« fications profondes dans la branche principale et au « confluent des deux branches. »

D'après ce qui précède, il nous semble que la meilleure manière d'établir des dérivations est la suivante :

On choisit en amont un point où le lit majeur commence à être mauvais et en aval un autre point où il est redevenu bon, ce sont les deux points extrêmes de le dérivation; la tête amont doit d'ailleurs être munie d'un barrage mobile avec seuil placé à une hauteur aussi faible que possible, mais telle que le barrage puisse être ouvert lorsque le niveau des crues normales est atteint et être fermé de nouveau lorsque la crue, sur son déclin, atteint la hauteur normale.

L'établissement d'une dérivation se présente assez naturellement à l'esprit lorsque la rivière forme un grand coude et qu'en amont comme en aval on dispose déjà de toute la pente dont on a besoin ; c'est là, sans doute, ce qui a engagé MM. de Rote et Van Mierlo à établir, dans la vallée de la Senne, la dérivation du Leybeek (fig. 10, pl. I) en aval du village d'Eppeghem, dont la section transversale est de $4^m,00$ de largeur au plafond avec des talus inclinés à six quarts et une pente de $0^m,62$ par kilomètre. Cette dérivation est munie d'un barrage de garde entièrement mobile à son extrémité d'amont (1).

« Lorsqu'une dérivation présente une forte pente,
« il est nécessaire de défendre le fond, sinon les eaux
« qui affouilleront celui-ci, rongeront le pied des
« berges, les mineront en dessous et détermineront la
« chute de la tranche supérieure, dès que le poids de
« celle-ci l'emportera sur l'adhésion latérale ; une

(1) L'élargissement, avec régularisation, du lit de Weerde eût été plus coûteux que la dérivation, à cause surtout des trois ponts à reconstruire sur ce lit.

Le but du barrage est aussi la conservation de tout le débit ordinaire pour le moulin de Weerde (M. Van Mierlo).

« seconde tranche tombera bientôt après la première « et ainsi de suite » (1).

Pour défendre le fond, c'est peut-être le cas d'avoir recours à ces ouvrages que les Allemands désignent sous le nom de « Grund-Schwellen » et dont M. Pierrot a donné la description dans le tome XLIII des *Annales des Travaux publics*, c'est-à-dire que l'on creuse transversalement le fond de distance en distance et que l'on remplit les rigoles de gros moellons ; dans bien des cas, ces épis peuvent être prolongés utilement dans les berges (2).

Pour apprécier par le calcul l'effet d'une dérivation, désignons par q le débit de la rivière, ce débit se partagera à l'origine de la dérivation dans les deux débits q_1 et q_2 d'une somme égale à q. La détermination des débits q_1 et q_2 ne peut se faire que par tâtonnements ; en supposant l'un d'eux connu, on calculera les ordonnées des deux axes hydrauliques en partant de l'aval qui est resté fixe; ces deux axes devront avoir la même ordonnée au point de bifurcation. La comparaison entre le nouvel axe dans le lit principal et l'ancien, fera connaître l'abaissement à obtenir (3).

Lorsque la dérivation présentera une forte pente, il sera bon de ne pas perdre de vue qu'il pourra y avoir, à l'extrémité d'aval, production de ressaut superficiel.

Il nous reste à examiner le dernier cas, celui où le défluent ne rentre plus dans la rivière d'où il émane, mais va se jeter directement dans la mer. Pareil défluent peut être contemporain de la formation de la

(1) Minard. *Cours de construction*, p. 19.

(2) On construit les épis de fond de la même manière que les parties inférieures des épis, des jetées ou des barrages des bras. En règle générale, ils doivent être solidement établis. C'est pourquoi on les fait le plus souvent en pierres, fascines bourrées ou tapis enrochés et on leur donne une largeur et une hauteur qui dépendent du courant, du but à atteindre et des circonstances locales (M. Schlichting).

(3) M. Boudin. *Cours autographié d'hydraulique.*

rivière ; mais il en est aussi un bon nombre qui se sont formés dans les temps historiques ; cette formation s'explique du reste aisément, il suffit qu'un jour les eaux se soient trouvées très grosses et se soient épanchées dans une dépression qu'elles auront affouillée, s'y creusant ainsi un lit supplémentaire ; l'ancien lit se sera ensuite atterri progressivement et la situation peut très bien se trouver aujourd'hui pire qu'elle n'était auparavant.

Il nous semble que le meilleur remède à cette situation est de choisir le bras principal pour l'évacuation des eaux en temps ordinaire et pour les crues normales. L'autre bras ou les autres bras ne doivent servir que lorsque le niveau des crues normales est dépassé ; rien n'empêche, du reste, qu'on n'y apporte aussi toutes les améliorations nécessaires pour qu'ils puissent satisfaire le mieux possible à leur destination ; on peut leur donner une section aussi grande que de besoin puisqu'ici les atterrissements ne sont plus à redouter.

Si le défluent se jette dans une rivière sans marée, il n'y a pas autre chose à faire ; mais s'il s'agit d'une rivière à marée, il faut établir, à l'extrémité aval, des portes de flot, si l'on veut éviter un envasement rapide par la marée dans l'hypothèse où elle serait chargée de détritus.

Réduction du périmètre mouillé. — Lit mineur. — Si l'on considère l'équation du mouvement permanent (1) dans une portion du lit dont les extrémités sont distantes de s_0 et s_1 d'un point fixe

(1) *Cours autographié d'hydraulique donné à l'Ecole du génie civil*, p. 59.

$$\Delta z = \Delta \frac{u^2}{2g} + \int_{s_0}^{s_1} \frac{\lambda}{\Omega} \vartheta (u)\, ds$$

et si l'on suppose la vitesse moyenne u remplacée par $\frac{Q}{\Omega}$, on verra que, pour une pente donnée Δz, la capacité de débit ou Q sera d'autant plus grande que, pour des sections de même surface Ω, le périmètre mouillé λ sera moindre; on est donc conduit, pour faciliter l'écoulement des eaux, à réduire le périmètre dans les limites du possible.

Ordinairement, l'inclinaison des talus sur la verticale est donnée d'avance, et il reste à chercher le meilleur rapport à établir entre la profondeur et la largeur au plafond pour obtenir le moindre périmètre. Voici la solution que M. De Pauw nous a fait parvenir.

Désignons par l la largeur au plafond et par h la profondeur, nous aurons pour la forme trapézoïdale

$$(l + h\, tg\, \tau)\, h = s,$$

d'où

$$l = \frac{s}{h} - h\, tg.\, \tau$$

D'un autre côté, p étant le périmètre mouillé

$$p = l + \frac{2\, h.}{\cos.\, \tau.}$$

Éliminant l entre ces deux équations, il vient d'autre part

$$p = \frac{S}{h} - h\, tg.\, \tau + \frac{2\, h.}{\cos.\, \tau.}$$

Dans cette dernière équation, p varie avec h seul, et l'on aura, pour déterminer la valeur de h, correspondante au minimum du périmètre

$$\frac{dp}{dh} = -\frac{S}{h^2} - tg.\ \tau + \frac{2}{cos.\ \tau} = o,$$

d'où

$$h = \sqrt{\frac{S\ cos.\ \tau}{2 - sin.\ \tau}}$$

valeur réelle quel que soit τ.

Donc, aussi longtemps que, pour une section donnée, on attribue à h des valeurs progressivement croissantes, le débit peut augmenter sans débordement jusqu'à ce que h ait atteint la valeur

$$\sqrt{\frac{S\ cos.\ \tau}{2 - sin.\ \tau}};$$

mais il diminue ensuite pour des valeurs plus grandes de h.

Supposons, par exemple, que l'on adopte pour τ la valeur de 60°, on aura

$$cos.\ \tau = cos.\ 60^\circ = sin.\ 30^\circ = \frac{1}{2};$$

$$sin.\ \tau = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{3},$$

et

$$tg.\ \tau = \sqrt{3};$$

par conséquent

$$S = (l + h\sqrt{3})\ h$$

$$h = \sqrt{\frac{(l + \sqrt{3}\ h)\ h}{4 - \sqrt{3}}}$$

$$h = \frac{l + \sqrt{3}\ h}{4 - \sqrt{3}}$$

$$h = 1.85\ l.$$

Dans la pratique et pour des rivières un peu importantes, on ne pourrait pas adopter des profondeurs aussi grandes à cause de l'énormité des travaux d'abord

et ensuite parce que, toutes autres choses égales, la vitesse du fond diminue assez rapidement avec la profondeur; si celle-ci était très grande, il pourrait donc se faire que la vitesse se trouvât incapable de mouvoir les détritus que la rivière charrie ; c'est là ce qui règle la limite de la réduction du périmètre, c'est-à-dire la nécessité d'obtenir un lit qui ne se remblaie pas.

Supposons maintenant que le débit reste le même (le point inférieur de l'axe hydraulique étant, du reste, considéré comme invariable) et que l'on ait modifié le lit dans l'hypothèse de la conservation de la même pente; l'équation du mouvement permanent nous fait voir que cette hypothèse ne pourra pas se réaliser; il y aura nécessairement diminution dans la valeur de Δz, l'axe hydraulique *dba* (fig. 13 pl. I) deviendra db_0a, la quantité Δz étant réduite de $bb_0 = \delta z$. Dans la section suivante, qui se termine en *d*, la pente aura augmenté, et par suite, il se produira ou il tendra à se produire des affouillements, jusqu'à ce que la pente et les sections transversales soient redevenues ce qu'elles étaient auparavant; dans tous les cas, il sera possible, sans s'exposer à créer des atterrissements, de rétablir les dimensions primitives du lit sous le niveau de l'eau et alors l'abaissement δz existera aussi en *d*.

Mais si maintenant on applique à cette partie de la rivière la réduction du périmètre, comme on l'a fait pour la première, on obtiendra en *d* un nouvel abaissement $\delta^1 z$ qui deviendra ainsi en total $\delta z + \delta' z$ et pour une rivière entière, on aura un résultat analogue à celui qui est représenté fig 4, pl. I, qui fait voir que si, à proximité de la mer, l'abaissement n'est pas considérable (et il n'est pas possible qu'il le soit) cet abaissement devient de plus en plus grand à mesure que la distance de l'embouchure augmente et il peut acquérir une importance considérable.

L'histoire nous rapporte que les rivières étaient autrefois plus propres à la navigation qu'elles ne le sont aujourd'hui; nous savons qu'elles étaient aussi plus profondes, puisqu'en y pratiquant des fouilles, on trouve assez souvent enterrés à une grande profondeur des objets d'art ou des produits de l'industrie humaine; elles étaient aussi plus étroites puisque chaque année, dans celles qui sont restées à l'état naturel, on constate des affouillements ou des corrosions dans les berges; nous venons de démontrer qu'elles possédaient, comme conséquence, une pente moindre qu'aujourd'hui; il n'est pas étonnant, dès lors, que la navigation ait pu s'y faire avec plus de facilité (1).

Ces considérations nous indiquent ensuite comment il faut s'y prendre pour améliorer les rivières sur une grande échelle; il s'agit simplement de restaurer ce qui existait dans le passé, en ayant bien soin de prendre des mesures pour que l'élargissement ne se reproduise plus à l'avenir.

L'amélioration par réduction du périmètre, convient surtout aux rivières importantes à lit large, où l'on cherche avant tout à améliorer la navigation; mais comme le travail à faire est extrêmement considérable, il est assez naturel que l'on en laisse exécuter la plus grande partie par la rivière elle-même; s'il s'agissait uniquement d'améliorer la navigation, la solution ne présenterait pas de difficulté. Le rétrécissement serait établi, non pas sur toute la hauteur du lit mineur, mais sur une partie de cette hauteur seulement, et, dès la première crue normale qui surviendrait, on constaterait un accroissement de profondeur; quelques années plus tard, le travail serait repris et continué

(1) Nous ne voulons pas prétendre que d'autres causes, telles que le déboisement, n'aient pas contribué à diminuer la navigabilité des rivières.

successivement jusqu'à ce que la hauteur assignée aux berges du lit mineur fût réalisée. Le travail d'approfondissement ainsi effectué par la rivière marche nécessairement avec beaucoup de lenteur ; il y a évidemment une grande différence, en ce qui concerne l'action des eaux, entre creuser le lit et le maintenir dans l'état où il se trouve. Lors de la construction du pont du Val-Benoît, à Liége, on a restreint la largeur de la Meuse ; c'était une chose excellente au point de vue de l'avenir de la rivière, alors qu'il ne s'agissait pas encore de la canalisation ; mais, pour être réellement bonne, la mesure aurait dû être complétée par l'établissement d'un bon lit majeur ; il aurait fallu surtout descendre les fondations des piles à une profondeur convenable. L'approfondissement, conséquence nécessaire de la réduction de la largeur eut lieu ; mais c'est presque cinquante ans après la construction du pont qu'il est devenu assez considérable pour menacer de ruine l'ouvrage d'art et nécessiter sa reconstruction ; il paraît même que l'approfondissement n'a pas encore atteint son terme.

Le premier effet d'un rétrécissement étant de relever le niveau des eaux, il en résulte qu'au point de vue des inondations il n'est possible de l'appliquer comme moyen unique que dans un endroit où la production d'un remous ne donne pas lieu à inconvénient ; il y aurait même alors, pour les localités situées en aval, un certain avantage, puisque le rétrécissement provoquerait la formation d'un bassin d'inondation ; mais, en général, comme on ne peut pas commencer à mettre les localités dans une situation pire que celle où elles se trouvent actuellement, un rétrécissement — s'il n'y a pas en même temps redressement ou création de lit majeur — doit être accompagné d'un dragage assez considérable pour qu'il n'y ait pas relè-

vement du niveau ; le produit des dragages sera déposé dans la partie du lit à supprimer et convenablement défendu contre l'action érosive des eaux. Plusieurs années plus tard, lorsque le lit se sera suffisamment approfondi, on pourra procéder à une réduction nouvelle.

Un moyen propre à activer l'approfondissement, consiste à planter des osiers dans la partie remblayée du lit ; seulement, il faudrait les faire couper immédiatement, si une crue extraordinaire était à prévoir ; la coupe régulière ne doit se faire qu'au printemps, après la saison des crues. L'approfondissement des rivières provoqué par des plantations d'osiers est usité en Autriche.

Soit que le rétrécissement ait été exécuté isolément ou qu'il ait été combiné avec le dragage, il en résultera, avec le temps, une diminution de la pente qu'il convient de prévoir ; sur l'Elbe, par exemple, les travaux de rétrécissement, qui étaient achevés, en 1871, sur 47 kilomètres de longueur, ont été suivis d'abaissements du niveau de l'étiage, qui ont diminué la profondeur dans les parties non améliorées. Le niveau des plus basses eaux à Lyon est descendu peu à peu, de 1858 à 1874, de $1^{m},42$, ce qui rend l'accès aux quais plus difficile ; ceux-ci pourraient d'ailleurs être déchaussés par suite de l'approfondissement qui marche de pair avec la diminution de pente.

Agrandissement de la section.— Lit majeur.— Avant d'aller plus loin, il nous paraît nécessaire d'insister sur la distinction à faire entre le lit majeur et le lit mineur ; pour n'avoir pas su distinguer entre ces deux lits, il est arrivé bien souvent que l'on a commis des erreurs considérables qui ont porté préjudice à la fois aux intérêts de la navigation et à l'écoulement des eaux.

Le lit mineur est, en réalité, celui des eaux navigables ; il est déterminé par la double condition de présenter la plus grande profondeur avec la moindre pente possible ; on l'établit par la considération qu'il doit renfermer les crues normales, c'est-à-dire, celles qui sont assez fortes et durent assez longtemps pour exercer une action prépondérante sur la formation et la conservation du lit ; mais, au point de vue de l'écoulement des grandes crues, ce n'est pas celui qui convient le mieux ; il demande à être complété par un lit majeur. Contrairement au lit mineur qui, pour une section donnée doit être aussi profond que possible, le lit majeur doit avoir une largeur aussi forte que possible ; plus celle-ci sera grande, moins l'axe hydraulique sera élevé (fig. 14 pl. I). Cette idée peut paraître d'autant plus logique que, dans leur état naturel, les rivières sont toutes munies d'un lit majeur qui n'est autre que le fond de la vallée, bien souvent rétrécie outre mesure par la main de l'homme. Plusieurs ingénieurs font des objections contre la création de ces larges bermes, parce que, disent-ils, elles ne tarderaient pas à s'envaser ; mais c'est là une hypothèse gratuite que l'observation ne confirme pas. Ainsi, le Nil déborde tous les ans et ses débordements sont d'assez longue durée ; le limon qu'il dépose fertilise les plaines de l'Egypte et cependant l'épaisseur moyenne de la couche déposée annuellement sur le sol n'est que de $0^{m},0016$ (1). Les matières charriées par la rivière se trouvent principalement dans les couches inférieures du liquide ; c'est pour ce motif que les ingénieurs allemands préfèrent généralement rétrécir les rivières au moyen d'épis qu'au moyen de digues longitudinales ; ils créent ainsi un accès plus

(1) *Missions catholiques*, t. XVIII, p. 346.

facile aux eaux vers les parties latérales où les détritus qu'elles charrient peuvent se déposer.

Pour calculer le débit d'une rivière composée d'un lit majeur et d'un lit mineur, la section est divisée en trois parties dont le débit est évalué séparément, les cloisons fictives *C J* et *F K* ne comptant pas dans la mesure des périmètres mouillés. Le résultat obtenu de cette façon est un peu trop fort, attendu que la vitesse dans le noyau central est beaucoup plus grande que dans les parties latérales ; les filets fluides exercent les uns contre les autres des frottements qui retardent la marche du liquide et qui font, dans une certaine mesure, l'office de parois réelles.

La disposition (fig. 14, pl. I) a été employée pour la correction de l'Emme, dans le canton de Berne ; on a pris pour *DE* une largeur de 30 mètres et une largeur de 60 mètres pour chacune des distances *BC* et *FG*.

La ville de Munster a également amélioré l'Aar, petite rivière qui la traverse, en décomposant son lit en lit majeur et en lit mineur ; la coupe est à peu près celle représentée par la figure 15, pl. I ; le lit majeur est énorme par rapport au lit mineur. Celui-ci est maçonné sur tout son pourtour, afin de mieux assurer sa conservation et d'augmenter la force vive des eaux. Lors des crues importantes, il n'y a plus, pour ainsi dire, que le lit majeur qui compte, le lit mineur sert presque uniquement de réceptacle aux détritus. D'après ce que nous a assuré l'ingénieur de la ville, ce système donne les meilleurs résultats.

Augmentation de la pente. — Redressements. — Lorsqu'une rivière forme de nombreux méandres, dont l'ensemble constitue ce que les ingénieurs allemands appellent une *serpentine,* il peut très bien arriver que la pente, dans toute cette région, soit faible ; que l'eau

s'écoule difficilement; qu'il y ait débordement à la moindre crue, et que, comme conséquence, les terrains riverains soient transformés en marais. Si, à travers cette serpentine, on établit un lit rectiligne ayant, ou à peu près, les dimensions du lit actuel, il est évident que la pente relative se trouve augmentée; il y a abaissement de niveau dans toute l'étendue de la serpentine, et cet abaissement se continue jusqu'à une certaine distance en amont; il est donc possible d'assainir et d'assécher les terrains riverains; la navigation elle-même peut en retirer certains avantages, par suite du raccourcissement du trajet et de la suppression des difficultés que les bateaux éprouvent très souvent à se mouvoir dans un lit trop sinueux. D'autre part, certains inconvénients peuvent aussi surgir; des prairies qui, auparavant, étaient arrosées tous les hivers, subiront une moins-value considérable; le plus grand inconvénient, s'il s'agit d'une rivière navigable, est souvent éprouvé par la navigation elle-même; une augmentation de pente détermine effectivement une diminution de mouillage et, dans la plupart des rivières, la profondeur est déjà insuffisante pour que des bateaux d'un grand enfoncement puissent y circuler en toute saison.

Toutes ces considérations doivent évidemment être examinées avant que l'on procède au creusement d'un lit plus court; il y a surtout à s'assurer si l'on ne pourrait pas réunir les avantages en écartant les inconvénients.

« Jusqu'à ce jour, les hydrauliciens ne sont pas « d'accord sur la convenance d'établir des redresse- « ments. Les uns les considèrent comme absolument « nécessaires, les autres — notamment les ingénieurs « américains — prétendent que les redressements « manquent toujours leur but, parce que la nature a

« assigné à chaque rivière une longueur déterminée
« qui se rétablit d'elle-même, lorsqu'on la diminue par
« un redressement » (1).

Nous allons essayer d'éclaircir un peu cette question et, dans ce but, nous citerons quelques exemples de redressements.

Voici d'abord ce que nous lisons dans le cours de construction de Minard.

« Le développement qu'une rivière prend naturel-
« lement est une conséquence de la résistance du ter-
« rain où elle coule et de la vitesse, c'est-à-dire de la
« pente. Si on raccourcit le lit, on augmente la pente,
« l'eau coule plus vite, attaque le fond et les rives,
« enlève dans certains endroits, dépose dans d'autres
« et la rivière se détourne, de nouvelles sinuosités se
« reforment et ne sont un peu stationnaires que lorsque
« la rivière est revenue à son premier développement.
« L'Oise, près le village de Thourotte, a été détournée
« de sa première direction, et le développement qu'elle
« a pris dans le nouveau lit est précisément égal à
« celui de l'ancien (fig. 16, pl. I).

« Je citerai un exemple de redressement qui a
« réussi, quoique appliqué à une rivière torrentielle.
« L'Aude, en aval de Coursan (fig. 17, pl. I), cou-
« lait dans un lit tortueux de 5 à 6 mètres de profon-
« deur, dont elle sortait rarement dans les crues. Le
« fond de la vallée, qui a environ 2,000 mètres de
« largeur, est un sable pur, recouvert d'argile sablon-
« neuse très ferme. En 1775, on a redressé les sinuo-
« sités par deux alignements d'un développement
« moindre et dont la pente en étiage est aujourd'hui
« de $0^m,214$ par kilomètre. L'opération a consisté à

(1) M. Schlichting. *Handbuch der Wasserbau*, t. II, p. 179.

« ouvrir un nouveau lit de 11m,70 de largeur, dont la « profondeur n'a été portée qu'à l'étiage. Les terres « jetées des deux côtés ont été successivement empor- « tées par la rivière. Celle-ci n'a pas élargi régu- « lièrement son lit qui a aujourd'hui 50 mètres à « l'étiage et 60 mètres entre les bords; elle s'est por- « tée tantôt à droite, tantôt à gauche, et on a dû « la contenir par des ouvrages défensifs pendant plu- « sieurs années. Enfin, les plantations des riverains et « les alluvions abondantes des crues ont consolidé les « rives artificielles, et elles se maintiennent sans le « secours de l'art depuis plus de vingt ans. L'ancien « lit, qui n'avait pas été fermé, abandonné par la « rivière, a été comblé par les crues. »

Donnons maintenant une description sommaire de quelques redressements effectués sur le Rhin, extraite de l'ouvrage de M. Schlichting.

« Parmi les redressements, il y a à signaler ceux, « au nombre de dix-huit et d'un développement d'envi- « ron 31 kilomètres, exécutés depuis la frontière « bavaro-alsacienne jusqu'en aval de Mannheim, qui « ont réduit l'ancien lit, long de 55 kilomètres, « des 2/5 environ, qui ont rendu la pente plus régu- « lière et qui ont abaissé le niveau des hautes eaux, « notamment de 2m,04 à Maxau, et au même lieu le « fond du lit de 2m,35, et en même temps ont permis « de conquérir sur le lit une surface assez notable de « terrain qui est de 922 hectares pour la Bavière « seule. La culture du sol a généralement beaucoup « gagné par ces travaux, mais, par contre, en ce qui « concerne la navigation, à côté des avantages qui « résultent du raccourcissement de la voie navigable, « de la suppression de serpentines nuisibles et du « mouvement plus régulier des eaux et des détritus, « certaines difficultés se sont aussi accrues ensuite de

« ce que la pente devenue plus forte et l'augmenta-
« tion correspondante de la vitesse ont rendu la navi-
« gation à la remonte bien plus difficile, et la descente
« plus rapide des eaux a produit à la fois une diminu-
» tion de profondeur et une augmentation de la durée
« des eaux basses.

« La figure 18, pl. I, représente deux de ces redres-
« sements, ceux de Ketsch et d'Otterstadt, sur la sec-
« tion de Spire à Mannheim. Dans cette région, le
« Rhin formait des serpentines très développées et
« quatre redressements furent projetés pour les faire
« disparaître. Ceux que nous venons de citer furent
« seuls exécutés d'abord. On se borna, comme dans
« les autres redressements, à creuser un canal de
« 18 à 24 mètres de largeur jusqu'au niveau des eaux
« d'étiage, laissant au courant le soin d'approfondir le
« lit et de lui donner la largeur normale de
« 240 mètres ; mais au delà, les rives nouvelles furent
« défendues par un revêtement. L'exécution des tra-
« vaux eut lieu en 1833-1842, et le thalweg était déjà
« établi dans le redressement de Ketsch en 1839, et
« dans celui d'Otterstadt en 1845. »

Nous citerons encore un exemple de redressement, effectué par Tulla, le premier qui se soit occupé de la régularisation du Rhin. Dans un mémoire publié en 1821, il avait cherché à établir que l'on pouvait éviter une augmentation de vitesse, par suite d'une augmentation de pente, pourvu que l'on donnât au lit une largeur suffisamment grande.

La figure 19, pl. I, représente une section du Haut-Rhin, régularisée d'après ce principe ; les parties abandonnées de l'ancien lit ont été reprises par l'agriculture. Le plan indique la disposition du thalweg et la figure 20, pl. I, la coupe correspondante au point A ; on voit qu'il se forme des atterrissements importants

et que si le chenal est profond, il n'est pas large; dans certaines années, la position du thalweg est renversée, les parties profondes se remblaient et réciproquement (1).

Essayons maintenant d'exposer la théorie des redressements.

Supposons que l'on retranche d'une rivière *AB* la sinuosité *acb* (fig. 21, pl. I), pour la remplacer par la partie rectiligne *ab*. Soit figure 22, pl. I, le profil en long de cette rivière avant l'exécution du redressement, et supposons que la pente de surface et celle du fond soient uniformes sur toute la longueur. Considérons la rivière après le redressement (fig. 23, pl. I) dans l'hypothèse d'un état permanent; nous aurons d'abord à remarquer que la situation du lit de la rivière, de même que le débit pour la partie en aval du redressement, resteront complètement invariables et, en conséquence, l'axe hydraulique dans cette partie conservera aussi sa position.

En ce qui concerne la partie redressée *ab*, l'axe hydraulique tendra à prendre une position a_1 b_1 parallèle au fond, et, par suite de l'augmentation de la pente, plus rapprochée du fond qu'auparavant; mais le niveau dans la partie aval étant resté le même, le point a_1 sera relevé en a_2, la partie aval agissant à l'instar d'un barrage et le raccordement entre le profil en aval et celui du redressement se fera suivant une courbe $a_2 f$, dont la convexité est tournée vers le bas. Pour la partie en amont du redressement, le niveau, qui était primitivement en b_2 devra nécessairement descendre en b_1 et le raccordement du profil avec celui de la partie redressée se fera suivant une courbe b_1 d_1, dont la convexité est tournée vers le haut; le premier

(1) D'après M. Schlichting.

effet du redressement est donc d'abaisser l'axe hydraulique suivant la ligne $a_2\, f\, b_1\, d_1$.

Admettons maintenant que l'on drague la rivière, de manière à donner au plafond la pente *a e* parallèle à *bd*, tout en conservant à la rivière sa largeur primitive au plafond et la même inclinaison des talus ; le résultat de cette opération est représenté fig. 24, pl. I et donne un lit plus grand que le premier, mais de même pente ; aussi longtemps que, dans le nouveau lit, la quantité des eaux ne dépassera pas celle que pouvait contenir le lit ancien, le régime restera absolument le même et l'on n'aura pas à craindre la production d'atterrissements (1) ; la situation sera plus favorable encore pour un débit plus grand que celui dont était capable le lit primitif.

Si, en continuant vers l'amont, on rencontre de nouveaux redressements à faire, leur effet s'ajoutera à celui du premier et l'on pourra ainsi parvenir à un abaissement considérable de l'axe hydraulique pour un débit donné.

Supposons, maintenant, que l'on n'exécute pas de dragage ; dans toute la partie $a_2\, f\, b_1\, d_1$ il y a augmentation de vitesse et, par suite, tendance à approfondissement et à élargissement ; si la force qui provoque l'affouillement était exactement égale à celle qui empêche la création de dépôts, le lit prendrait de lui-même la forme et les dimensions que le dragage lui aurait données ; mais, comme il n'y a pas égalité entre ces forces, le fond du lit prendra, en réalité, une inclinaison *a d* plus forte que l'inclinaison primitive et, dans toute cette partie, il y aura agrandissement de la section et, en outre, jusqu'à un point en amont,

(1) Nous avons trouvé la même théorie exposée dans la notice sur les travaux d'amélioration projetés aux lits de la Meuse et de l'Ourthe, par MM. Vaillant, De Groote et Debeil.

abaissement de l'axe hydraulique et augmentation du pouvoir débitant de la rivière.

Si les redressements étaient très rapprochés les uns des autres, chacun d'eux contribuerait à augmenter la pente qui deviendrait plus forte que dans le cas d'un redressement isolé; si, au contraire, ils étaient très éloignés, la situation d'une partie de la rivière, dans l'intervalle, pourrait ne pas être modifiée; dans ce cas, l'abaissement général de l'axe hydraulique ne pourrait être obtenu sans régulariser la pente au moyen de dragages, mais l'on saurait d'avance que le résultat de l'opération serait définitif.

Lorsque l'ingénieur fait exécuter lui-même tous les travaux de déblai que comporte l'exécution des redressements sans changement de régime ou s'il ne laisse que peu de chose à faire à la rivière, il est presque certain de réussir; mais le contraire a lieu si, par un amour immodéré d'économies ; il laisse trop à faire à la rivière et surtout s'il exige que le travail soit fait avec rapidité.

C'est par pur hasard que celui qui a opéré le redressement de l'Aude a réussi; le terrain dans lequel a été établie la tranchée, s'est trouvé suffisamment homogène pour que les érosions se fissent régulièrement; mais si l'on n'y prenait garde, il se pourrait que, dans des cas de cette espèce, on arrivât à un résultat semblable à celui de l'Oise. Du moment qu'en l'un de ses points la résistance du terrain est très faible, il se forme un coude qui rejette la rivière sur la rive opposée et l'action de la force centrifuge rapproche ensuite l'axe hydraulique de la berge, d'où production d'érosions nouvelles,

Dans le cas où l'on abandonne à l'eau le soin de creuser en partie la coupure, il convient d'établir celle-ci sur toute sa largeur calculée et de l'approfon-

dir jusqu'au niveau des eaux basses; on surveille ensuite le travail de la rivière, en se tenant prêt à effectuer des travaux de défense aux rives dès qu'il s'y produirait des érosions.

Nous avons dit que Tulla croyait que, du moment où le périmètre était assez grand, on pouvait admettre, sans crainte, de fortes pentes; cela n'est vrai qu'en apparence; en effet, si la vitesse moyenne est faible et la rivière large, il y aura tendance à formation de dépôts vers les rives et surtout vers la rive la plus éloignée de l'axe hydraulique; d'autre part, si la profondeur est faible, la vitesse du fond sous l'axe hydraulique pourra être très considérable et, à cause de la résistance inégale du fond, le thalweg sera généralement sollicité à divaguer dans le grand lit, et c'est un signe que l'on a donné trop de pente; dans le cas de la figure 19, pl. I, il est évident que si le lit était modifié de manière à lui donner le thalweg pour axe, son pouvoir débitant en serait notablement augmenté.

D'après les renseignements cités plus haut, les travaux exécutés au Rhin peuvent être considérés comme un succès au point de vue de l'assèchement des terrains riverains et de l'écoulement des eaux des crues; mais les résultats sont peu satisfaisants en ce qui concerne la navigation et cela est d'autant plus regrettable qu'il s'agit ici d'un fleuve de premier ordre, alimenté l'été par la fonte des neiges et ayant le lac de Constance pour régulateur. On peut se demander si la conciliation de ces deux intérêts était possible. Un travail exécuté sur l'Oder nous paraît donner la clef de la solution. Voici la description qu'en donne M. Schlichting :

« Un exemple par lequel un rapide a été évité au « moyen d'un bras auxiliaire, sans le secours d'une

« écluse, se rencontre sur l'Oder en amont d'Oppeln. « Le rapide, formé par un ancien barrage de moulin, « est évité au moyen d'une dérivation de l'Oder, mesu- « rant 2,800 mètres, dépassant d'un quart la lon- « gueur de la section correspondante. Ce fleuve, par « suite de son niveau élevé, alimente largement la « dérivation qui, entre ses rives, défendues par des « perrés, a de 22 à 26 mètres. Dans la situation ordi- « naire des choses, la vitesse dans la dérivation est « assez modérée ; mais lors des crues, le courant est « assez rapide et, comme il ne peut agir que sur le « fond, il y produit un nettoyage suffisant pour « assurer la permanence de la navigation. »

Pour appliquer cette idée sur le Rhin, il eût fallu conserver, autant que possible, le lit existant, l'allonger même parfois et réduire la largeur du lit mineur (genre d'amélioration dans lequel les ingénieurs allemands ont acquis beaucoup d'habileté, comme le prouvent les travaux qu'ils ont exécutés sur la Haute Elbe et sur la Mémel) et y joindre des dérivations à l'instar de ce que nous avons indiqué par des traits ponctués sur la figure 18, pl. I, les parties en amont et en aval de la dérivation étant d'ailleurs munies de bons lits majeurs.

Les redressements s'appliquent de préférence aux petites rivières, dont on peut élargir le lit sans craindre des atterrissements vers les bords, parce qu'ils ne sont pas très éloignés de l'axe hydraulique, et, d'un autre côté, ces rivières étant généralement très profondes relativement à leur largeur au plafond, la réduction du périmètre n'y donnerait que des résultats insignifiants.

Pour les grandes rivières, l'abaissement de l'axe hydraulique au moyen de la réduction du périmètre est préférable ; ce système, qui a été employé sur toutes

les rivières à marée, présente l'avantage d'augmenter le mouillage des bateaux, en même temps que la capacité du fleuve ; ici, à moins que la profondeur ne soit considérée comme plus que suffisante, il conviendra, en général, que les redressements ne se présentent que sous forme de dérivations, où les eaux n'auront accès que lorsque le niveau des crues normales sera dépassé.

III.— Travaux auxiliaires. — Rivières canalisées. — Rivières a marée, etc.

Travaux auxiliaires. — S'il est permis d'en juger par la lecture de quelques ouvrages spéciaux, les ingénieurs français s'attachent surtout à diminuer les ravages des inondations par des travaux auxiliaires tels que les réservoirs et les digues. En Belgique, au contraire, les ingénieurs se préoccupent beaucoup plus d'améliorer le lit même des cours d'eau. A notre avis, dans une question de cette importance, où les solutions radicales sont si souvent impossibles, aucun moyen utile ne doit être négligé, et nous allons, en conséquence, dire quelques mots sur les réservoirs et les digues ; nous passerons ensuite à l'examen de rivières qui offrent un caractère spécial.

Réservoirs. — Les grandes crues, nous l'avons dit en commençant, ne sont pas de longue durée ; il est donc permis d'avoir recours à un ralentissement de la marche de ces crues, qui amène une diminution de leur amplitude, par une augmentation de la durée de l'écoulement. On y parvient au moyen de réservoirs.

« Dans deux mémoires, fort intéressants au point « de vue théorique et pratique, dus à M. Graëff, on « trouve les observations ci-après résumées sur le « rôle exercé par les réservoirs comme modérateurs « des crues.

« Soit un réservoir alimenté par un cours d'eau dont « le débit à la seconde est q, tandis que le débit du « pertuis d'évacuation est q'; soit en outre dV la varia- « tion du volume emmagasiné dans le réservoir pen- « dant le temps dt, l'équation fondamentale du système « s'obtiendra en exprimant que la variation élémen- « taire dV du volume emmagasiné est égale à la diffé- « rence entre le volume affluent $q.dt$ et le volume « sortant $q'.dt$. Cette équation est donc :

$$q.\,dt - q'.\,dt = dV.$$

« Les débits q et q' sont variables avec le temps « suivant une certaine loi ; si elle était connue et « qu'on intégrât l'équation précédente entre deux temps « t_0 et t_1, on aurait le volume emmagasiné pendant « l'intervalle $(t_1 - t_0)$.

« Si on relève expérimentalement, à intervalles « égaux, les débits q et q' et que l'on construise des « courbes ayant pour abscisses les temps et pour « ordonnées les débits, on aura les courbes des débits « de l'affluent et du pertuis. L'aire de la première, « prise entre les deux abscisses t_0 et t_1 mesurera l'in- « tégrale de $q.dt$ ou le volume total entré dans le « réservoir pendant l'intervalle considéré ; l'aire de « la seconde, prise entre les deux mêmes abscisses, « mesurera l'intégrale de $q'.dt$ ou le volume total sorti « du réservoir pendant le même intervalle. La diffé- « rence des deux aires mesure l'emmagasinement.

« Soit *MNS*, fig. 25, pl. I, la courbe des débits de « l'affluent, et *MRS* la courbe des débits du pertuis, « l'emmagasinement dans l'intervalle de t_0 à t_1 est « mesuré par l'aire *MNT* comprise entre les deux « courbes.

« A l'origine t_0 d'une crue, le réservoir ne fonctionne « pas, le débit de l'affluent est égal à celui du pertuis,

« les deux courbes des débits ont un point commun « *M*; à mesure que la crue se prononce, le débit « affluent augmente par rapport au débit sortant; puis « les deux débits tendent à se rapprocher et deviennent « égaux, à l'époque t_2; alors les deux courbes se « confondent à nouveau au point *P* et, à ce moment, « le débit du pertuis est maximum, car le volume « emmagasiné dans le réservoir, volume représenté « par l'aire *MNPT*, est lui-même maximum; la tan-« gente en *P* à la courbe des débits du pertuis est donc « horizontale. A partir de l'époque t_2, le débit du « pertuis est plus fort que le débit affluent, le réser-« voir se vide; de l'époque t_2 à l'époque t_3, le volume « évacué est mesuré par l'aire *PQR*. Enfin, il arrive « un moment où le réservoir est complètement vide, « les deux débits du pertuis et de l'affluent redeviennent « égaux; cela se produit à l'époque t_4, les deux courbes « des débits se confondent en *S*, et l'aire *PQRS* est « égale à l'aire *MNPT*, car ces deux aires mesurent « l'emmagasinement total du réservoir.

« L'inspection seule de la figure 25, pl. I, montre « toute l'influence qu'exerce la présence du réservoir « sur le maximum du débit de la crue. Si le pertuis « n'existait pas, le débit maximum serait mesuré par « l'ordonnée (Nt_1), tandis qu'en réalité le débit maxi-« mum du pertuis est réduit à Pt_2. — Si donc on peut « établir un pertuis infiniment étroit et un barrage « infiniment élevé, on arrivera à annuler le débit « d'aval; cela veut dire qu'en pratique on peut, en « construisant un pertuis et un barrage de dimensions « convenables, réduire le débit maximum de la crue à « l'aval du pertuis dans des proportions considéra-« bles (1) ».

(1) Debauve. *Manuel de l'ingénieur des Ponts et chaussées*, tome VI, p. 68.

Comme exemple de déversoir, nous citerons celui que MM. de Rote et Van Mierlo avaient conçu pour leur projet d'amélioration de la Senne, que l'on voit représenté en traits hachurés sur la figure 10, pl. I et qui donne lieu à des observations utiles.

On admettait, à cette époque, que le débit de la Senne serait, lors des plus grandes crues, de 125 mètres cubes entre Bruxelles et Vilvorde et de 150 mètres cubes en aval (1), par suite du contingent que fournit la Woluwe, qui se jette dans la Senne à Vilvorde même, et, sauf quelques travaux complémentaires à effectuer, la question de l'écoulement de ce volume par le lit de la rivière doit être actuellement considérée comme résolue depuis l'amont de Bruxelles jusqu'au point *A* en aval de Vilvorde, aussi longtemps du moins que, par suite de l'exhaussement des eaux d'aval, la cote en ce point *A* ne dépassera pas $12^{m},41$ au-dessus du niveau de la mer.

En amont du village d'Eppeghem, la Senne est traversée par la route de Bruxelles à Anvers, sous laquelle sont construits des aqueducs permettant, lors des fortes crues, à une partie des eaux de la Senne de se déverser dans le Baerebeek, petit affluent de la Dyle, qui, après avoir passé sous le canal de Louvain à Sennegat, se jette dans la dite rivière en aval du village de Muysen. La route traverse la Senne sur un vieux pont avec des voûtes plongeantes et une énorme pile de $3^{m},65$ d'épaisseur.

C'est précisément en utilisant tous les ouvrages existants, le vieux pont comme les arches d'inondation, à débouchés insuffisants, que MM. de Rote et Van Mierlo sont parvenus, dans leur projet, à diminuer

(1) Ces chiffres sont maintenant réduits respectivement à 120 et 130 mètres cubes (M. Vandervin).

l'importance des travaux d'amélioration à apporter à la Senne en aval d'Eppeghem (1).

Aussi longtemps que la Senne ne débite pas plus de 110 mètres cubes en amont d'Eppeghem, le vieux pont suffit à assurer l'écoulement, sans qu'il y ait débordement, et la cote au point *A* est alors de $12^m,33$. Le débit augmentant, les eaux se déversent au dessus des diguettes qui bordent la rivière ; elles vont s'emmagasiner dans les prairies et former un bassin d'inondation en amont du pont.

Au mois d'août 1850, où se produisit une crue extraordinaire, les eaux du bassin montèrent à la cote $10^m,54$, correspondant à $12^m,33$ au point *A*, le bassin contenait alors 1,754,200 mètres cubes, et il se produisait au pont un remous de $0^m,44$ dont l'effet était de réduire le débit supposé de 150 mètres cubes à l'amont de l'ouvrage à 110 mètres cubes à l'aval ; 25 mètres cubes s'écoulaient par le Baerebeek et les 15 mètres cubes restants s'épandaient dans le bassin d'inondation placé en amont du pont.

« Il est aisé de calculer qu'en admettant, pour fixer « les idées, que le débit venant de Vilvorde s'élève « uniformément de 110 à 150 mètres cubes par seconde, « pour redescendre ensuite, uniformément aussi, de « 150 à 110, le temps nécessaire pour remplir le « bassin cubé ci-dessus serait de plus de 65 heures. « Le débordement pourrait donc se prolonger pendant « plus de deux jours et deux tiers, sans une seconde

(1) Plusieurs propriétaires ont protesté contre cette solution parce qu'entre le moment où le projet a été conçu et celui où il a été exécuté, ils ont commis la faute de transformer leurs prairies en terres cultivées.

MM. Van Mierlo et Mailliet avaient projeté un second réservoir d'inondation entre Sempst et Hombeek et ce afin de réduire la dépense à faire pour la Senne en aval de Sempst jusqu'au Sennegat. Ce bassin eût été limité partie par des diguettes, partie par le terrain naturel. M. Groetaers doit avoir signalé, en 1851, l'opportunité de maintenir les bassins d'inondation en défendant d'y bâtir et d'y labourer (M. Van Mierlo).

« de répit, sans sortir des conditions qui existaient « lors de la plus formidable inondation connue dans la « vallée, celle de 1850.

« Or, si l'on songe, d'une part, que, lors du cata- « clysme de 1850, les pluies ont duré moins de « 65 heures (du mercredi 14 août au soir jusque dans « la nuit du vendredi 16 août) et, d'autre part, au « volume énorme des eaux qui seront déjà conduites « à la Dyle, dans le nouvel état des choses, avant « que le débordement commence (car l'aval débitera, « sans déborder, 110 mètres cubes par seconde, alors « qu'en 1850 il n'en a guère débité que la moitié), on « demeurera convaincu que la durée que j'assigne au « débordement en amont du pont d'Eppeghem est « largement suffisante pour calmer, de la façon la « plus complète et la plus absolue, des prévisions assez « pessimistes pour côtoyer déjà l'absurde (1). »

En principe, les réservoirs peuvent être établis presque partout; mais en pratique, c'est surtout dans la partie amont de la vallée principale et dans les vallées des affluents qu'ils trouvent leur application.

On conçoit, en effet, que leur utilité doit être d'autant plus considérable que le volume d'eau qu'ils emmagasineront sera plus grand par rapport au débit de la rivière. En réalité, ces réservoirs existent naturellement dans presque toutes les vallées et leur disparition entraînerait une augmentation momentanée du débit de la rivière, qui pourrait devenir un véritable torrent; l'artère principale elle-même aurait à en souffrir, car on diminuerait la durée des crues en augmentant leur intensité. C'est donc dans le sens contraire qu'il faut marcher et une première application consiste

(1) Rapport de M. de Rote au bourgmestre de Bruxelles, du 7 juillet 1868.

à ne construire que des ponts suffisamment petits pour produire de grands remous et assez solides, cela va de soi, pour ne pas être affouillés par les crues. Presque toujours, d'ailleurs, ces ponts devront être établis en amont des agglomérations qu'ils protègeront en y diminuant le niveau des crues ; placés en aval, ils contribueraient, au contraire, à les inonder.

Les rivières secondaires reçoivent des affluents qui sont souvent torrentiels ; la marche des eaux, dans ceux-ci, doit être retardée par des cascades que l'on construit au moyen de tunages formés de pieux inclinés vers l'amont et présentant en plan une figure courbe dont la convexité est également tournée vers le haut ; parfois, on remplace ces tunages par des murs maçonnés ou en pierres sèches, en préférant l'arc de cercle au demi-cercle, le premier étant mieux épaulé.

Si l'on applique cette mesure à tous les petits affluents, les crues deviendront nécessairement moins intenses ; il peut cependant se présenter des cas où, pour certaines rivières ou parties de rivières secondaires, il y ait lieu d'accélérer la marche des crues, et ce cas se produit lorsqu'elles déversent les premières leurs eaux dans la rivière principale. Pour savoir ce qu'il faut faire à ce sujet, il est nécessaire de dresser des diagrammes du mouvement des eaux non seulement sur les rivières principales, mais encore sur les rivières secondaires; les figures 26 et 27, pl. I, que nous extrayons d'une note de M. Vernon-Harcourt(1), indiquent, pour un peu plus d'un trimestre, le mouvement des eaux sur la Seine, à Bray, et sur la Marne, à Saint-Dizier ; si ces figures sont l'expression d'une

(1) *Minutes of proceedings of the institution of civil engineers*, t. LXVII, page, 288.

loi générale, il est évident qu'en retardant la vitesse des eaux, en amont de Saint-Dizier, on fera chose utile à cette localité et, par suite, à Bray; mais, comme nous le disons plus haut, des exceptions peuvent se présenter dans d'autres circonstances et pour d'autres localités.

L'étude attentive des courbes semblables à celles dont nous venons de parler a permis aux ingénieurs français d'annoncer quelque temps d'avance le jour du maximum des crues de la Seine à Paris, et de fixer, avec une approximation très grande, la valeur de ce maximum (1). Peut-être qu'en poussant l'étude plus loin, on parviendra également à en déduire un moyen de diminuer l'amplitude des crues.

Digues longitudinales. — Nous venons d'indiquer quels sont les divers travaux que l'on peut exécuter sur le lit des rivières pour abaisser l'axe hydraulique. Ces travaux n'ont pas nécessairement pour résultat de supprimer les inondations; il se peut que celles-ci soient simplement atténuées. Pour ce cas, il reste un moyen à employer : les digues longitudinales. Selon toute apparence, c'est le premier auquel les hommes ont eu recours, et il n'est pas probable que l'on puisse jamais s'en passer. Comme pour la plupart des ouvrages décrits précédemment, la construction des digues ne peut pas être abandonnée au hasard, elle est soumise à certaines règles qui nous paraissent avoir été particulièrement bien exposées dans le mémoire inédit, déjà cité, de M. Pierrot; ce qui va suivre est presque entièrement extrait de ce mémoire.

Lorsqu'une rivière coule dans une vallée large, à rives plates et qu'en temps de crue elle déborde, une

(1) Voir à ce sujet une notice de M. Vernon-Harcourt, dans le tome LXXXIV des *Minutes of proceedings of the institution of civil engineers.*

partie de son débit sert à remplir la vallée ; cet emmagasinement a pour résultat de diminuer la hauteur de la crue et le débit maximum pour l'aval.

Si, par des digues longitudinales, on réduit notablement la largeur du lit majeur, l'emmagasinement est en partie supprimé et tout le débit de la rivière doit passer entre les digues, c'est-à-dire dans une section normale moindre. Il en résulte, en premier lieu, un relèvement de l'axe hydraulique, lequel se fait sentir à une certaine distance vers l'amont. En second lieu, ce relèvement est accompagné d'un accroissement de vitesse sur le parcours indiqué. Ces effets se font aussi sentir, dans une certaine mesure, en aval de la partie endiguée, à cause de l'accroissement du débit. Le relèvement de l'axe hydraulique et l'augmentation du débit sont d'autant plus considérables que la réduction de la largeur submergée a été plus forte.

L'endiguement d'une rivière ne doit donc être fait qu'après un sérieux examen ; en tous cas, les levées doivent laisser entre elles un lit majeur suffisant, à profil transversal aussi régulier que possible ; tout élargissement ou étranglement brusque doit être évité, à moins que l'élargissement ne soit motivé par l'introduction d'un affluent important.

A ces considérations, on peut en ajouter quelques autres.

Pour éviter qu'en cas de crue extraordinaire, les digues ne soient submergées, ce qui en entraînerait la destruction, on y ménage, de distance en distance, des déversoirs solidement construits, dont le seuil se trouve en contre-bas des digues ; des reversoirs sont de même établis dans les endroits où les eaux échappées pourraient s'accumuler et détruire les digues en s'épanchant dans la rivière.

Les terrains submergés tous les hivers conviennent pour prairies, car la rivière amène régulièrement l'engrais sur le gazon ; les digues doivent donc, autant que possible, être élevées à la limite des inondations annuelles : le cas échéant, on établit, près de la rivière, d'autres digues plus petites, communiquant avec la prairie par des aqueducs à clapet ; ces digues mineures, ordinairement désignées sous le nom de digues d'été, par opposition aux digues majeures, ordinairement appelées digues d'hiver, servent à empêcher que les prairies ne soient submergées par les petites crues de l'été ; les eaux, dans cette saison, pourraient salir ou emporter les foins.

Il importe également de ne pas perdre de vue qu'à mesure que les digues s'éloignent du thalweg, elles ne doivent avoir, par suite du relèvement du fond, que des hauteurs moindres ; dès lors, la pression diminuant, de même que l'action érosive des eaux, et avec elles les infiltrations, on échappe ainsi à l'un des inconvénients reprochés aux digues très hautes qui enserrent la rivière.

Rivières canalisées. — Comme on le conçoit *a priori*, les rivières canalisées se prêtent moins bien que les autres à un abaissement de l'axe hydraulique ; en supposant même que le barrage qui relève les eaux en temps ordinaire ne soit pas fixe, son seuil est presque toujours en saillie sur le fond et constitue un obstacle à l'écoulement ; il s'oppose d'ailleurs à ce que le plafond soit abaissé. Pour éviter cette difficulté, il faut, avant de canaliser, abaisser le plafond et l'axe hydraulique dans les limites du possible (1). Agir autrement,

(1) C'est ce que l'on va faire pour l'Elbe en Bohême, entre Melnik et Königgrätz. Cette rivière submerge, dans ses grandes crues, une surface d'environ 20,000 hectares de terrain. L'amélioration consiste dans la suppression des serpentines, l'adoucissement des coudes, le rétrécissement des

c'est travailler à rebours, d'autant plus que, dans bien des cas, l'abaissement de l'axe hydraulique peut suffire seul à l'amélioration de la navigation sur une certaine étendue.

Dans la pratique, on cherche ordinairement à atténuer l'inconvénient des barrages, en augmentant leur longueur; mais alors, aux abords de ces barrages, les sections deviennent très larges, sont exposées à s'atterrir et donnent lieu, dans tous les cas, à des pertes de force vive. Bien souvent, on s'imagine que le barrage a cessé d'être nuisible à partir d'une certaine hauteur des crues, parce qu'alors la chute s'efface; mais ce n'est là qu'un trompe-l'œil. En observant une rivière dans son état naturel où il y a des hauts-fonds et des bas-fonds, on constate qu'à l'aval des hauts-fonds ou des courants des eaux basses, le niveau, lorsque le débit augmente, s'élève beaucoup plus rapidement qu'en amont; cela provient de ce que, en vertu du principe de la moindre action, les eaux prennent d'elles-mêmes la pente qu'il leur faut pour faciliter l'écoulement; si la chute s'efface à l'emplacement d'un barrage, cela provient de ce que les eaux d'aval s'élèvent plus qu'elles ne l'auraient fait sans l'existence du barrage suivant. Les barrages constituent donc toujours un obstacle; seulement, leur influence s'amoindrit lorsque les eaux s'élèvent.

L'un des plus puissants moyens d'améliorer les rivières que nous possédions, l'exécution de redresse-

parties trop larges et l'élargissement des parties trop étroites. Dans les sections où la rivière déborde, on établira de plus, de chaque côté, des digues s'élevant au dessus du niveau des plus grandes crues. La longueur de la rivière, qui est actuellement de 197 kilomètres, va être réduite à 169 et la pente actuelle de $0^m,23$ par 1,000 mètres sera portée à $0^m,31$. On canalisera ensuite la rivière en lui donnant un tirant d'eau minimum de $1^m,35$. (*Minutes of proceedings of the institution of civil engineers*, t. XCII, pages 443 et 444).

ments, doit, pour pouvoir produire tout son effet, provoquer l'approfondissement sur une longue étendue, chose rarement possible dans les rivières canalisées.

Si l'on réduit la largeur normale du lit mineur, tout en l'approfondissant, on diminue bien ainsi la résistance due au périmètre ; mais, d'autre part, le barrage fait une saillie plus forte et l'obstacle qu'il oppose à l'écoulement des eaux se trouve augmenté. Le radier du barrage devient alors un véritable épi de fond.

Sous d'autres rapports, les rivières canalisées se rapprochent davantage des conditions dans lesquelles se trouvent les rivières ordinaires ; on peut chercher à diminuer les pertes de force vive en rendant le lit plus régulier ; c'est ainsi, par exemple, que l'on opère sur la Meuse. La théorie ne nous fournit pas le moyen d'apprécier en chiffres l'importance de cette opération ; elle sera bonne, pourvu qu'on l'établisse dans des limites convenables, qu'une série d'observations peut seule déterminer *a posteriori* ; si l'on dépasse la mesure, c'est-à-dire, si l'on donne à la rivière une largeur trop grande, il peut aussi en résulter un relèvement du fond ; or, relever le fond et abaisser l'axe hydraulique sont deux choses peu conciliables.

Un lit majeur s'adapte parfaitement aux rivières canalisées ; elles diffèrent peu, sous ce rapport, des rivières ordinaires.

Les digues longitudinales s'appliquent aussi bien aux rivières canalisées qu'aux autres, mais c'est ordinairement dans la création de réservoirs que l'ingénieur trouve sa ressource la plus précieuse ; d'après certains calculs « les réservoirs qu'on établirait dans le bassin « de la Loire ne pourraient réduire les crues de ce « fleuve que de $1^{m},00$ au plus » (1) ; il serait difficile,

(1) Debauve. *Manuel de l'ingénieur des Ponts et chaussées*, t. VI, p. 87.

pour une rivière canalisée, d'imaginer d'autres procédés produisant un résultat aussi avantageux.

Rivières à marée. — Personne n'ignore que l'un des résultats de l'amélioration des rivières à marée est de reculer, dans l'intérieur des terres, l'extrémité de la partie maritime et, par suite, de relever nécessairement vers l'amont le lieu géométrique des hautes eaux sans que sa position, dans la partie d'aval, soit sensiblement modifiée; il n'y a donc rien ici qui ressemble à un abaissement de l'axe hydraulique des grandes crues; on ne peut, par suite, remédier aux inondations des rivières à marée qu'au moyen de digues (1); c'est le procédé adopté pour Lierre et qui va être appliqué également à Malines; dans l'un comme dans l'autre cas, la rivière est détournée en dehors de la ville.

La grande préoccupation de l'ingénieur chargé des rivières à marée n'est pas d'abaisser le niveau des hautes eaux, mais bien celui des eaux basses, ce qui lui permet d'augmenter l'amplitude de la marée et l'action du courant de jusant. Il en résulte, du reste, plusieurs avantages indirects au point de vue des inondations. Si la rivière est bordée de prairies marécageuses, il sera possible de les assainir, par suite du niveau moins élevé qu'offrira la rivière à marée basse. D'un autre côté, il peut se faire et il est même probable que cela se fait assez souvent, que la rivière commence à déborder en amont de la partie maritime juste au moment de la marée haute; or, le reflux se faisant plus rapidement et plus complètement dans une rivière améliorée, l'évacuation des eaux d'amont se fera aussi d'une manière plus parfaite.

(1) Ce que nous disons des rivières à marée, au point de vue des crues, ne s'applique évidemment qu'à l'étendue de la rivière soumise à l'action de la marée pendant les grandes eaux; le lit maritime s'allonge lorsque les eaux d'amont deviennent moins fortes.

Comme exemple d'amélioration des rivières à marée, nous donnerons un court exposé des travaux exécutés à Lierre, pour mettre cette ville à l'abri des inondations; il n'est que la reproduction d'une note que nous a remise M. Dufourny.

La ville de Lierre se trouve assise au confluent des deux Nèthes et, par sa situation naturelle, était très exposée aux ravages des inondations. (Voir fig. 28, pl. I).

A la moindre crue, les eaux d'amont se gonflent, et, se réunissant dans la ville, elles dépassaient rapidement le niveau des quais, placés à $5^m,14$ seulement au dessus du zéro de la basse mer à Ostende.

Par des marées de vives eaux exceptionnelles, le flot, remontant la Nèthe maritime, pénétrait dans Lierre par l'aval, inondant les caves et, parfois, s'élevant au dessus des quais de la ville.

L'inondation était d'autant plus rapide que la localité est traversée par deux larges bras de rivière, défluents des Nèthes supérieures, sur lesquels se ramifient un grand nombre d'embranchements secondaires qui sillonnent la ville en tous sens et rappellent la ville de Hambourg.

La situation devenait surtout périlleuse, lorsque les fortes crues des Nèthes coïncidaient avec un vent violent du nord-ouest qui, comme on sait, fait monter la marée haute à un niveau extraordinaire.

Pareilles coïncidences se sont maintes fois produites en causant de véritables désastres. — On cite, comme particulièrement calamiteuses, les inondations de 1845 et de 1850, qui se sont élevées jusque $5^m,47$ au dessus du zéro d'Ostende.

C'est l'ingénieur Kümmer, à qui nous devons un grand nombre de constructions hydrauliques et l'un des meilleurs ingénieurs de son temps, qui est parvenu à résoudre le problème.

Lierre étant limitée au sud et à l'est par le lit principal de la Grande-Nèthe et par un canal de $350^{m},00$ de longueur, creusé vers l'année 1565 par la corporation des bateliers, pour relier la Petite-Nèthe et la Grande-Nèthe en amont de la ville, Kümmer proposa de fermer le circuit au nord et à l'ouest, au moyen d'une large dérivation partant de la Petite-Nèthe, aboutissant à la Nèthe maritime et utilisant une partie du fossé d'enceinte de la ville. Il proposa, en outre, de donner aux voies d'écoulement extérieures des sections et des débouchés en rapport avec le volume des eaux à débiter en temps de crue et de limiter ces voies d'écoulement par des digues s'élevant jusqu'au niveau des plus hautes eaux, de façon à isoler la ville, d'une manière complète, des eaux d'inondation.

Le programme était complété par l'indication des ouvrages de retenue contre les eaux supérieures et contre la marée, à établir respectivement aux extrémités amont et aval des bras de rivière qui traversent la ville.

Depuis près de quinze ans déjà, le projet de Kümmer se trouve réalisé, tel qu'il a été conçu et exposé par cet ingénieur, dont les prévisions se sont réalisées; aussi, avons-nous trouvé les habitants de Lierre très satisfaits de ces travaux.

En temps de crue ou de fortes marées, on ferme à l'amont le barrage du Grand-Spuy et celui du Petit-Spuy qui commandent l'entrée dans Lierre des bras intérieurs des Nèthes. On ferme simultanément à l'aval le barrage dit « du confluent », muni de portes d'ebbe et de flot et qui peut barrer à la marée l'accès dans la ville. Les eaux pluviales tombant sur Lierre s'accumulent, pendant ce temps, dans les bras intérieurs et leurs ramifications; mais cette accumulation est de peu de durée.

En temps normal, la marée pénètre dans Lierre et amène les bateaux jusqu'au pied des quais. — Elle peut, du reste et en tout temps, remonter bien haut en amont de la ville, en passant par les dérivations extérieures, dont les ouvrages de retenue, établis tout à proximité du barrage « du confluent » ont tout particulièrement pour objet de maintenir, à marée descendante, les eaux en amont de Lierre jusqu'à l'écluse d'Emblehem sur la Petite-Nèthe à une hauteur minimum de $1^m,40$, indispensable pour assurer le service de la navigation.

Inondations au point de vue agricole. — Les inondations rappellent naturellement l'Egypte, puisque c'est aux débordements du Nil que ce pays doit sa fertilité; aussi, à aucune époque de son histoire, ne voit-on le peuple égyptien s'occuper de restreindre l'étendue des inondations, mais plutôt chercher à étendre davantage la surface submergée; « dans l'ancienne Egypte, les « villes étaient établies sur d'immenses tertres qui, « grâce à des travaux gigantesques, dépassaient le « niveau des plus hautes inondations ; au moment des « crues, elles s'élevaient telles que des îles au milieu « des eaux, regardant avec joie toute la plaine inondée « et fécondée par le Nil (1). »

Nos habitations, il faut en convenir, sont bâties dans les vallées avec bien moins de prévoyance qu'elles ne l'étaient en Egypte.

Le Nil n'est pas seul à charrier du limon, toutes les rivières, lors des crues, en tiennent plus ou moins en suspension; nous trouvons, par exemple, dans la *Géographie universelle* de M. Elisée Reclus, que, d'après M. Hervé-Mangon, les 18 millions de tonnes

(1) M. Wolters. — Discours sur le régime des eaux dans l'antiquité. — Page 11.

de limon entraîné par la Durance, contiennent autant d'azote assimilable que 100,000 tonnes d'excellent guano ; d'autre part, M. Surell a calculé que les troubles apportés par les deux Rhônes à la mer s'élèvent, chaque année, à l'énorme masse de 21 millions de mètres cubes ; dans l'espace d'une année, l'Aude ne charrie pas moins de 1,700,000 mètres cubes de limon ; d'après M. Lély, le Waal, à Nimègue, transporte annuellement 2,478,000 mètres cubes de limon, etc. On conçoit, d'après cela, qu'un savant chimiste de notre époque, M. Grandeau, a pu écrire dernièrement dans la revue agronomique du *Temps* : « Fléau terrible dans certain cas, l'eau convenablement « aménagée et utilisée est une source de bienfaits « incalculables pour l'agriculture. Par une heureuse « coïncidence, un système d'irrigation et d'utilisation « bien entendu des eaux en agriculture est en même « temps le salut des populations exposées aux ravages « des inondations ».

Comme contre-partie, nous citerons les travaux exécutés à la Senne et au Démer, qui ont bien réussi au point de vue des inondations, mais ont déprécié de moitié au moins les propriétés dans le fond de la vallée entre Bruxelles et Vilvorde, d'une part, entre Aerschot et Werchter de l'autre ; nous sommes tout disposé à admettre que les avantages retirés par la ville de Bruxelles, de l'assainissement de la Senne, font plus que compenser la perte subie par les propriétaires d'aval ; mais nous doutons qu'il en soit ainsi pour le Démer et nous voyons déjà les riverains de l'Escaut se plaindre de ce que nos travaux d'amélioration portent préjudice à leurs prairies.

Les rivières à marée, fort heureusement, continueront à irriguer les terrains riverains, aussi longtemps

du moins qu'on n'aura pas détruit leur caractère (1).

Qu'y a-t-il lieu de faire en conséquence?

Selon nous, trois questions sont à résoudre :

1° Réduire l'intensité et prolonger la durée des grandes inondations, de manière à faciliter le dépôt du limon ;

2° Augmenter l'intensité des petites crues, de manière que l'inondation puisse se produire tous les hivers ;

3° Là où le démergement serait trop lent ou trop difficile, abaisser temporairement le niveau de l'axe hydraulique de la rivière. Nous citons à dessein ce travail en dernier lieu, parce que ce n'est évidemment pas par là qu'il faut commencer.

Les crues ne sont jamais trop fortes dans la région supérieure des vallées ; là devra donc être établi le premier réservoir qui, bien souvent, pourra être formé d'une simple levée avec pertuis. Le long du cours d'eau, on établira, s'il y a lieu, des digues mineures et à l'extrémité de la surface à irriguer, des digues majeures. Pour se garantir contre des crues trop fortes, un déversoir sera joint au pertuis ; ce déversoir remplira le même rôle que le Baerebeek dans le projet de MM. de Rote et Van Mierlo ; la vallée se trouvera ainsi garantie contre des crues trop grandes. Relativement aux crues trop petites, il conviendra de se

(1) Il est très facile de détruire une rivière à marée, il suffit d'y établir, dans l'intérêt de la navigation, un certain nombre de barrages qui empêchent le mouvement de va-et-vient et provoquent un atterrissement sur toute l'étendue du lit. Un second moyen tout aussi efficace, consiste à élargir le lit mineur pour faciliter l'écoulement des eaux; il en résulte un relèvement du plafond tel que la marée ne peut plus y atteindre.

Quelques historiens croient qu'à l'époque des invasions normandes, Bruxelles était un port de mer; effectivement, le fond de la vallée était alors plus bas qu'aujourd'hui ; on admet aussi généralement que les rivières étaient autrefois plus profondes qu'elles ne le sont maintenant, et, dans ces conditions, rien ne s'opposait à ce que la marée arrivât jusque Bruxelles.

5

réserver le moyen de fermer tout ou partie du pertuis au moyen d'un barrage mobile (MM. de Rote et Van Mierlo avaient également songé à adjoindre un barrage à leur pont d'Eppeghem); dans la levée, il faudra ménager des prises d'eau correspondant à des canaux d'irrigation placés dans la partie de la vallée située en aval de la levée ; dans ces canaux, l'eau marchera avec lenteur et une partie sera absorbée par le sol ; à une certaine distance, on établira une seconde levée transversale et ainsi de suite. Simultanément avec ces travaux et pour autant que de besoin, on abaissera le lit du cours d'eau ; dans tous les cas, le radier du pertuis sera établi en prévision de cet abaissement. Il va de soi que tous les travaux ne doivent pas être établis aux frais de l'Etat ; celui-ci dressera le plan d'ensemble, mais il n'interviendra dans la dépense que pour ce qui sera d'intérêt général ; le restant devra être supporté par les propriétaires intéressés.

IV. — Rédaction du projet. — Exécution.

Rédaction du projet. — Nous avons vu que les travaux d'amélioration des rivières comprennent généralement deux parties distinctes ; la première, qui s'applique surtout aux ruisseaux et aux petites rivières, a pour objet de diminuer l'amplitude des crues, en prolongeant leur durée ; dans la seconde, on réduit l'amplitude en rendant le lit meilleur ; nous n'avons rien de particulier à dire en ce qui concerne la première partie ; nous nous occuperons donc ici uniquement de la seconde.

Lorsque l'on a à améliorer une rivière, deux points de l'axe hydraulique, invariables de position ou admis comme tels, sont toujours donnés ; l'un, en aval, est celui du confluent avec une rivière plus grande

considérée comme bien constituée, le niveau des crues à la frontière du pays en un point où l'on n'est plus le maître de modifier la hauteur des eaux ou, enfin, le niveau de la mer ; l'autre, en amont, est celui au-delà duquel toute amélioration est considérée comme inutile ou non autorisée ; le cas échéant, ce point se trouvera à la frontière du pays limitrophe, à moins que l'on ne s'entende avec le voisin pour la fixation d'un point d'abaissement commun.

Pour ne rien abandonner au hasard, il est nécessaire de dresser un projet d'amélioration complet d'un point extrême jusqu'à l'autre, comprenant le plan général de la rivière telle qu'elle existe et telle qu'on veut l'établir, il faut y joindre les profils en travers anciens et nouveaux et enfin l'axe hydraulique actuel et celui que l'on veut réaliser ; ces deux axes hydrauliques doivent, comme nous l'avons dit, se rapporter aux crues normales ; toutes ces pièces sont aussi indispensables pour une rivière que le seraient les données correspondantes pour créer une route ou un chemin de fer.

Examinons comment il faut s'y prendre pour dresser ce projet.

On commence par faire le tracé du nouveau lit, tel qu'on voudrait l'avoir et aussi direct que possible, les éléments rectilignes étant réunis par des courbes de grand rayon, quand les lieux le permettent (les courbes ainsi tracées diminuent les résistances et facilitent surtout le passage des glaçons); ce tracé n'est évidemment que provisoire, la suite des études peut conduire à le modifier.

L'axe hydraulique des crues normales, nivelé au préalable et avec précision entre les points extrêmes *A* et *B* (fig. 29, pl. I), est représenté par un certain profil *ACB ;* s'il y a des redressements, ce profil

doit être interrompu dans le dessin, les parties correspondantes aux sections du lit abandonné ne devant pas y figurer.

Il y a lieu de se rappeler ensuite que, dans une rivière bien constituée, la pente est faible vers l'aval et augmente progressivement en allant vers la source; la forme à donner à l'axe hydraulique doit donc ressembler à *ADB* et il est bon de le tracer d'avance, afin de se rendre compte immédiatement des améliorations qui peuvent être réalisées.

Le thalweg existant et celui que l'on pense pouvoir lui substituer doivent aussi figurer sur le profil ; ils donnent une idée de l'importance des travaux à exécuter soit directement, soit avec le concours de la rivière.

L'étendue entre les points extrêmes est divisée en plusieurs sections dont les débits Q, Q', Q'', etc., ont été déterminés d'avance; si l'on juge que l'axe hydraulique ne peut conserver la même inclinaison sur toute l'étendue de la section, celle-ci est divisée en sous sections.

Cela posé, on commence par l'aval, où un point de l'axe hydraulique est connu et on se donne une section qui paraît pouvoir être réalisée ; la profondeur en est déterminée par les circonstances locales; elle doit dépasser la profondeur existante sur les sommités du thalweg, mais il est possible qu'en vue d'éviter de trop grands terrassements, elle ne descende pas jusqu'au niveau des points les plus bas de ce thalweg ; la largeur au plafond peut être moindre, égale ou supérieure à celle qui existe, cela dépend surtout des redressements que l'on croit pouvoir réaliser ; le calcul donne ensuite la pente qui correspond à ce profil, ce qui permet de juger si cette pente est trop petite, trop grande ou bonne. Admettons qu'elle soit trouvée convenable, on a recours à la formule (5), page 9

$$U - w_0 = k'_1 \sqrt{HI}$$

qui suppose la valeur de K'_1 déterminée d'avance par une série d'observations suffisamment répétées et l'on calcule la valeur de w_0. Si, d'après les connaissances que nous possédons sur les vitesses nécessaires pour maintenir un lit en équilibre, la valeur trouvée pour w_0 est jugée convenable, il faut conserver la profondeur correspondante. Il y a, toutefois, ici une petite restriction. Les projets sont dressés en adoptant pour profil un trapèze ; or, cette forme ne se maintient pas ; pour conserver la même surface à la section, il faut que w_0 soit un peu trop grand au milieu ; en donnant à w_0 une valeur un peu trop grande et résolvant l'équation précédente par rapport à H, le résultat fait connaître de quelle quantité le lit peut s'affouiller.

Cela fait, on passe à la formule

$$w' = V - k \sqrt{l\, I},$$

dans laquelle l est la demi-largeur à la surface et V la vitesse au milieu et qui donne la vitesse le long du bord ; si cette vitesse est convenable, le problème peut être considéré comme résolu ; il faut cependant voir dans quelle limite des atterrissements sont possibles vers l'arête du trapèze ; or, la formule

$$V' = V - k \sqrt{l'\, I}$$

(dans laquelle l' est la demi-largeur du plafond) nous donne la vitesse de surface au dessus de l'arête et ensuite par la formule (3)

$$w'' = V' - K \sqrt{HI}$$

nous trouvons la vitesse du fond correspondante ; si cette vitesse est trop faible, il y a atterrissement et la hauteur de cet atterrissement s'obtient approximative-

ment en résolvant l'équation précédente par rapport à H et en donnant à V' une valeur convenable.

Si, contrairement à ce que nous avons supposé, les premiers calculs donnent pour la pente, la profondeur et la largeur des valeurs inacceptables, il faut évidemment recommencer jusqu'à ce que les résultats puissent être considérés comme satisfaisants ; dans tous les cas, on est toujours certain d'aboutir à un abaissement de l'axe hydraulique, qui est le but poursuivi, puisque la rivière est supposée mal constituée et que, soit par la régularisation du lit, l'accroissement du rayon moyen ou l'exécution de redressements, on augmente la force vive des eaux et, par suite, leur pouvoir de maintenir un lit plus grand avec une pente totale ou partielle moins élevée.

Un résultat possible serait de trouver une pente trop faible ; alors le lit s'enfonce trop dans le sol et le remède qui se présente naturellement consiste à diminuer l'importance des redressements, ce qui permet de conserver la pente trouvée par le calcul. Un autre résultat possible serait de donner une vitesse trop considérable sur les bords ; si, malgré cela, on voulait conserver la profondeur admise ou déterminée, il deviendrait nécessaire de défendre les berges, opération d'ailleurs presque toujours nécessaire lorsqu'on remanie les rivières.

Ce qui précède s'applique spécialement à la partie inférieure de la rivière, où l'on cherche à compenser la diminution de pente par l'augmentation de la section et la réduction du rayon moyen ; mais, lorsqu'on avance vers l'amont, c'est le contraire qui se présente, la pente augmente forcément et on peut être conduit alors à diminuer l'importance des redressements, à défendre le lit sur tout son pourtour ou à créer des chutes qui permettraient de conserver au lit une pente et une profondeur convenables.

Le projet étant définitivement arrêté quant à l'écoulement des crues normales, il faut voir comment les grandes crues se comporteront dans le nouveau lit; si les calculs indiquent qu'elles s'élèveront au dessus des bords et que l'on juge la chose nuisible, il faut compléter le projet par un lit majeur et, au besoin, par des digues longitudinales.

Afin de simplifier les calculs, on se servira de préférence, pour déterminer les dimensions des diverses sections, de la formule du mouvement uniforme; mais le projet dressé d'après cette base devra subir une revision en lui appliquant les lois du mouvement permanent. Comme nous l'avons dit en commençant, nous renvoyons, pour cet objet, au tome XX des *Annales des Travaux publics*, ainsi qu'au cours d'hydraulique donné à l'École du génie civil; si la position trouvée pour l'axe hydraulique laissait à désirer, un nouveau remaniement du projet pourrait devenir nécessaire.

Exécution. — Il paraît assez naturel de commencer les travaux par l'exécution de réservoirs et l'utilisation des eaux des crues dans l'intérêt de l'agriculture. Un seul réservoir établi dans la partie amont d'une vallée secondaire, diminue l'amplitude des crues non seulement dans toute cette vallée mais encore dans la vallée principale jusqu'à la mer. Naturellement, l'effet devient de moins en moins sensible à mesure que l'on descend et cesse bientôt de devenir appréciable.

La suppression des ventres des crues ou la normalisation de la rivière, paraît devoir venir en second lieu; bien souvent, ces ventres sont le résultat d'un mauvais lit majeur. C'est dans la traverse des villes que les rivières présentent le plus généralement un lit majeur insuffisant, et il n'est pas toujours facile d'y remédier; aussi a-t-on été forcé de créer des dérivations à l'extérieur et de protéger celles-ci par des barrages de garde.

La normalisation des rivières commence évidemment par les localités qui en ont le plus grand besoin.

Vient en troisième lieu l'abaissement de l'axe hydraulique, et ici, il convient, autant que possible, de commencer par l'aval ; lorsqu'un certain abaissement a été obtenu dans la section inférieure, la pente dans la partie immédiatement en amont et, par suite, la vitesse deviennent plus grandes et il y a approfondissement; cet approfondissement donne lieu à son tour à une augmentation de vitesse dans la section suivante et ainsi de suite. Il va de soi que l'abaissement de l'axe hydraulique ne doit pas être réalisé en une fois, ce qui, d'ailleurs, serait souvent difficile, parce qu'à la jonction de la partie améliorée et de celle qui ne l'est pas, il se produirait de grandes chutes et la création d'un barrage au moins provisoire pourrait y devenir nécessaire.

Si, en approfondissant la rivière, on rencontre une roche trop coûteuse à enlever, le mieux est de s'arrêter et d'aller recommencer au delà ; s'il s'agit d'une rivière navigable, la chute devra être rachetée par une écluse, à laquelle la roche servira de barrage. Un projet dans ce sens a été dressé pour l'amélioration du Danube au lieu dit Portes de fer.

Nous répéterons, en terminant, ce que nous avons dit en commençant, c'est-à-dire qu'il est nécessaire de surveiller la rivière pendant l'exécution des travaux comme on l'a fait avant d'en commencer le projet; cela est d'autant plus important que, pour une rivière considérable, l'amélioration constitue un travail de longue haleine qui absorbe souvent la carrière de plusieurs ingénieurs. Il faut songer, en effet, à tant de choses lorsqu'on améliore une rivière qu'il est difficile de n'en pas oublier quelques-unes ; ou bien, si elles n'ont pas été perdues de vue, on ne leur aura

peut-être pas accordé toute l'importance qu'elles méritaient, et la chose ne deviendra sensible qu'après que le mal sera fait. Il faut observer ensuite que, s'il est possible de donner des règles générales pour l'amélioration des rivières, ces règles manquent cependant de précision. On part de ce principe que le lit de la rivière se règle d'après le volume des crues moyennes; mais, quant à dire exactement quel est ce volume, cela ne se peut plus. Quant aux formules de l'hydraulique dont il faut bien se servir, il suffit de se rappeler ce que dit à leur sujet un hydraulicien distingué : « Tous les ingénieurs « qui ont eu à s'occuper du régime des eaux savent « quelles difficultés et quelles incertitudes cette matière « comporte ; chaque mode d'écoulement comporte ses « opérations et ses formules et en employant pour tel « mode une formule plutôt qu'une autre, ou, pour « telle formule une coefficient plutôt qu'un autre, on « peut commettre des erreurs considérables; rien « n'est donc plus difficile que de calculer juste (1) ». En somme, on voit qu'il est prudent de ne considérer les formules de l'hydraulique que comme de simples guides destinés à empêcher les excès. Nous ajouterons qu'il est facile de se laisser tromper par les apparences ; une rivière peut être bonne au moment où des travaux viennent d'être terminés et ne plus l'être quelques années après ; tel serait le cas si l'on avait donné une largeur trop grande par rapport à la profondeur ; le résultat immédiat serait un abaissement de l'axe hydraulique ; mais on verrait ensuite cette ligne se relever progressivement, par suite des atterrissements qui se produiraient sur le fond.

Nous avons examiné les résultats obtenus sur plu-

(1) Graëff. *Traité d'hydraulique*. — Préface.

sieurs rivières, par suite des travaux exécutés en vue de les améliorer, et l'impression générale qui nous est restée de cette étude, c'est que, le plus souvent, l'expérience n'a pas répondu aux espérances conçues et aux tentatives d'amélioration poursuivies ; bien souvent même, le résultat a été tout à fait contraire à celui que l'on avait en vue. L'insuccès s'explique toujours facilement quand il est survenu ; on constate alors qu'au lieu d'étudier patiemment les lois suivant lesquelles la rivière se gouverne et de se borner à enlever les obstacles qui en empêchent la réalisation, l'ingénieur a préféré en inventer de nouvelles auxquelles la rivière n'a pas voulu se conformer. Mais si, malgré cela, l'ingénieur suit attentivement les modifications que subit le régime de la rivière à mesure de l'avancement des travaux, il constatera, par leurs effets, les erreurs d'induction qu'il aura commises ; peut-être s'en apercevra-t-il à temps pour les corriger, mais, dans tous les cas, il en tiendra compte par la suite.

Bruxelles, le 24 mai 1889.

EXPOSITION DE BERLIN 1889

NOTE

SUR

QUELQUES APPAREILS DE SURETÉ

POUR LES

GÉNÉRATEURS DE VAPEUR

PAR

V. WATTEYNE ET A. DEMEURE,

INGÉNIEURS AU CORPS DES MINES.

I

INDICATEUR DE NIVEAU D'EAU SYSTÈME OCHWADT

Parmi les appareils de sûreté dont on garnit les chaudières à vapeur pour écarter, dans la mesure du possible, les dangers d'explosion, le plus important et le plus utile, celui sur lequel on jette d'abord les yeux quand on procède à l'inspection d'un générateur, est, sans contredit, le tube de verre.

Cet appareil, qui permet de constater d'un seul coup d'œil le niveau de l'eau dans la chaudière, sans devoir pour cela ouvrir des robinets plus ou moins bien entretenus, ou faire jouer, dans un bourrage presque toujours défectueux, la tige d'un flotteur invisible, l'emporte de loin, sur les autres appareils de même

destination, par sa simplicité, par la commodité de son emploi et par la sûreté de sa marche.

Il s'en faut cependant de beaucoup qu'à ce dernier point de vue spécialement, il soit sans défaut. Ses indications sont fréquemment inexactes, et ces inexactitudes peuvent passer inaperçues pendant très longtemps.

Divers accidents ont été la conséquence des indications erronées données par le tube de verre.

Nous en avons eu récemment deux exemples dans notre province. Dans le premier cas, au charbonnage de l'Agrappe à Frameries, il n'y a pas eu de victimes, l'explosion ayant pu être conjurée par le prompt enlèvement des feux, alors que la tôle du foyer, chauffée à sec, se déformait déjà. Il n'en a pas été de même le 27 février dernier, dans un atelier de menuiserie à Tournai, où la chaudière, de petites dimensions heureusement, a fait explosion en blessant deux ouvriers.

Les fausses indications du tube de verre peuvent provenir de plusieurs causes et, notamment, des suivantes :

Il y a d'abord l'obstruction de l'un ou l'autre des tuyaux reliant l'appareil à la chaudière. Si cette obstruction, fût-elle même partielle, se produit dans le tube ou dans le robinet supérieur, il peut en résulter que, par suite du refroidissement dans le verre, il y ait une différence de pression entre la chambre de vapeur de la chaudière et celle du tube de verre ; or, la plus petite différence de pression se traduit par un relèvement très sensible de la colonne d'eau dans l'indicateur ($0^m,10$ pour une réduction de pression de 1/100 d'atmosphère) ; et ce relèvement, qui fait croire à un niveau d'eau plus élevé dans la chaudière, est d'autant plus dangereux que, l'eau du verre ayant conservé quelque mobilité, le chauffeur peut croire que l'appareil fonctionne parfaitement.

Une légère fuite au dessus du verre, dans le tuyau qui y conduit, dans le robinet ou à un joint quelconque, suffit aussi pour amener une diminution de la pression dans la partie supérieure du tube, et, par conséquent, une surélévation apparente du niveau de l'eau.

Si c'est le tuyau ou le robinet inférieur qui vient à s'obstruer, le retour de l'eau du tube à la chaudière est empêché; dès lors, la vapeur continuant à venir par le dessus et se condensant au contact du verre, il se produit une augmentation du niveau de l'eau dans le tube, alors même que le niveau réel baisse dans la chaudière.

Lorsque le tuyau inférieur est en pente vers le tube de verre, il peut arriver que la chaudière soit dépourvue d'eau, même complètement, et que le tube indicateur continue néanmoins à marquer. C'est là un inconvénient grave qu'il est, il est vrai, facile d'éviter par un montage convenable.

Une autre cause d'erreur, celle-ci permanente, peut exister quand le tube de verre est relié à la chaudière par d'assez longues conduites, ce qui a lieu fréquemment pour les chaudières entourées de maçonneries.

Notre collègue, Mr Macquet, la signale comme suit dans son *Cours de physique industrielle*.

« L'eau du tube est toujours plus froide que celle de la chaudière. Conséquemment, plus est grande cette différence de température et haute la colonne liquide de prise d'eau du tube, plus sensible sera la différence entre la hauteur des colonnes d'eau chaude dans la chaudière et d'eau froide dans le tube, qui se font équilibre. De là un abaissement plus ou moins important du niveau du tube par rapport à celui de la chaudière.

« C'est surtout avec les chaudières à bouilleurs que ce défaut est fréquent et marqué.

« M. Vinçotte cite une chaudière à bouilleurs dont l'indicateur prenait son eau sur la tête avant du bouilleur, en dehors des maçonneries.

« La hauteur, entre le niveau d'eau dans le verre et la prise d'eau, était de $1^m,31$. Le tuyau n'était que tiède. Lorsqu'on purgeait le tuyau de manière à le vider et à le remplir ensuite d'eau chaude, on constatait une différence de niveau de plus de $0^m,08$, différence d'ailleurs facile à expliquer. La température du tube était de 45 degrés environ, et celle de la chaudière de 145 degrés. Le volume de l'eau, à 45 degrés, est 1,0097, son volume à 4 degrés étant pris pour unité. D'après les expériences de Hirn, à 145 degrés il serait 1,076. De sorte que la hauteur d'eau dans la chaudière, équilibrant la colonne de $1^m,31$ du tube indicateur, mesurerait

$$\frac{1,31 \times 1,076}{1,0097} = 1^m,40$$

et aurait ainsi $0^m,09$ de plus que celle du tube, valeur qui correspond assez exactement avec celle de l'expérience. Dans les cas de ce genre on introduit donc trop d'eau dans la chaudière, en s'en rapportant à l'indicateur, et la réduction de la chambre de vapeur pourrait occasionner des entraînements d'eau.

« Si la prise d'eau était disposée de telle façon que la colonne froide du tube d'amenée fût en charge sur celle de l'indicateur, l'effet contraire au précédent se produirait. C'est ce qui arrive dans les installations où la prise d'eau se fait par le dessus, traversant la chambre de vapeur de la chaudière, pour redescendre ensuite vers le tube indicateur. Le danger de cette disposition saute aux yeux ; elle peut faire croire à

l'existence d'un niveau convenable dans la chaudière, alors qu'elle manque d'eau. »

Ajoutons à ces graves inconvénients la facilité avec laquelle le tube de verre se brise s'il n'est pas monté avec le plus grand soin, ou si quelque mouvement des *masses* a altéré la parfaite concordance des armatures, ou encore s'il est exposé à des courants d'air ; puis, l'encrassement fréquent du tube, ce qui rend la lecture impossible même s'il n'en résulte aucune obstruction ; et l'on reconnaîtra que le tube de verre, tel qu'il est employé ordinairement, n'est pas le dernier mot du progrès sous le rapport de l'indication du niveau d'eau.

M. Richard Schwartzkopff, ingénieur, à Berlin, a présenté à l'Exposition des moyens préventifs contre les accidents, divers appareils de sûreté pour les chaudières à vapeur.

Le plus remarquable est un indicateur de niveau d'eau destiné à remplacer le tube de verre ; il nous suffira de le décrire succinctement, pour montrer que les défauts qui viennent d'être signalés sont écartés à la fois simplement et complètement.

Au lieu d'offrir à l'observation une chambre transparente, différente de la chaudière et reliée à celle-ci par des communications qui peuvent être défectueuses, ainsi que cela a lieu avec les tubes de verre, M. Ochwadt, dont M. Schwartzkopff exploite le brevet, permet, par son système, l'observation directe du niveau de l'eau *dans la chaudière même*, par une échancrure pratiquée sur le fond d'avant et fermée par une forte glace en verre trempé.

Voici comment cette conception si simple est réalisée voir pl. II, fig. 1, 2 et 3) :

Une fente de $0^m,15$ de hauteur et de $0^m,040$ à $0^m,045$

de largeur (ces dimensions peuvent d'ailleurs varier) est pratiquée sur la devanture de la chaudière ou en tout autre endroit bien en vue du chauffeur ou du préposé à l'alimentation.

Devant cette fente s'adapte, par l'intermédiaire d'une plaque de tôle rivée au corps de la chaudière, une boîte en fonte ou en bronze *A*, garnie, à sa partie antérieure, d'une épaisse plaque de verre *V* que maintient, par l'intermédiaire de feuilles de caoutchouc, pour éviter toute pression non élastique, un cadre métallique *c*. Le niveau en dessous duquel l'eau ne peut pas descendre est marqué d'une façon très visible sur la face extérieure de ce cadre.

La chambre d'eau et de vapeur que contient la boîte est étranglée dans le sens horizontal vers le milieu, où se trouve un robinet *R*. Elle reprend sa largeur tout près de la plaque de verre, et les deux bandes verticales qui bordent l'échancrure sont garnies de feuilles de platine *p*, vis-à-vis desquelles la ligne formée par le niveau de l'eau se constate très nettement.

Le corps de l'appareil, ainsi que le cadre extérieur, sont disposés de façon à permettre la libre dilatation de la plaque de verre dans tous les sens, en vue d'écarter les chances de rupture. En outre, d'ailleurs, de l'interposition entre le cadre et le verre et entre celui-ci et la boîte, de feuilles de caoutchouc, les écrous *b* qui maintiennent le cadre sont eux-mêmes garnis de rondelles élastiques pour éviter un serrage trop dur.

En dessous de la partie élargie *E* se trouve un deuxième robinet *R'* dont le cône est horizontal.

Le nettoyage du verre se fait avec la plus grande facilité de la manière suivante : le robinet vertical est d'abord fermé ; on ouvre ensuite le robinet *R'* dont l'échancrure a pour longueur la largeur de la capa-

cité *E*, et l'on introduit dans celle-ci une brosse avec laquelle on nettoie, aussi complètement que l'on veut, l'intérieur du verre et les plaques de platine.

Le nettoyage peut se faire aussi au moyen d'un jet d'eau sous pression. Pour cela, le robinet *R* est percé dans sa partie supérieure d'un trou incliné vers le bas quand il est dirigé vers l'avant de la chaudière. Le robinet inférieur étant ouvert, et le robinet principal *R* étant tourné suivant un certain angle, l'eau chaude pénètre dans le creux de ce dernier robinet, et, par la petite ouverture, se projette vivement du haut en bas dans la capacité *E*, en balayant les parois de celle-ci.

Le remplacement du verre se fait facilement en démontant le cadre *c*, après avoir fermé le grand robinet.

Sur la boîte-ajutage qui contient l'appareil peuvent, du reste, être montés deux autres robinets *r* et *r'* destinés à satisfaire aux exigences réglementaires et à suppléer provisoirement au verre, si celui-ci venait à faire défaut.

Le manomètre peut aussi se placer sur l'appareil même, à l'endroit *m*.

La vis *k*, indiquée au dessin en dessous du cône du robinet *R*, permet de relever un peu celui-ci pour le desserrer au cas où, par suite d'encrassement ou pour tout autre motif, ce robinet serrerait trop fort dans sa boîte.

Comme nous le disions avant de procéder à la description de l'appareil, il serait superflu de faire ressortir que les causes d'erreur et les défectuosités inhérentes aux systèmes ordinaires sont ici complètement supprimées.

Il reste cependant la possibilité de la rupture du verre. Cette rupture a évidemment beaucoup moins de chances de se produire que celle d'un tube ordinaire;

mais elle peut survenir, et ses inconvénients seraient plus graves que dans l'autre système. En effet, lorsque le robinet *R* est ouvert, si le verre se brise, il se produit en réalité dans la paroi de la chaudière une fente de $0^m,01$ de largeur et de $0^m,15$ de hauteur par où l'eau et la vapeur se précipiteront très violemment.

Il ne sera pas alors commode, la place étant envahie par la vapeur et l'eau bouillante, d'approcher du robinet pour le fermer, ce qu'il importera cependant de faire immédiatement.

Mais comme il n'y a qu'un robinet à tourner, et que ce robinet, de grandes dimensions, est d'une manœuvre fort simple, il ne serait pas difficile d'y adapter une disposition quelconque, une combinaison de leviers, par exemple, permettant de le fermer à distance, et l'inconvénient signalé aurait ainsi disparu.

La chaudière exposée à Berlin par M. Schwartzkopff présentait une disposition faisant ressortir d'autres avantages que peut offrir pour certains usages spéciaux, l'appareil ci-dessus décrit :

A l'intérieur du générateur, des lampes à incandescence étaient installées dans la chambre de vapeur. A travers la plaque indicatrice, comme à travers une simple fenêtre, on pouvait observer très aisément tout ce qui se passait dans la chaudière.

Il est évident qu'il ne s'agirait pas d'avoir, dans la pratique usuelle, des lampes électriques à l'intérieur des générateurs, mais, pour un appareil d'expériences pour observer les lois de l'ébullition, de la vaporisation, etc., la disposition est des plus ingénieuses, et la constatation de ce qui se passe dans la chaudière se fait sans la moindre difficulté.

II

Appareil de sûreté universel, système : Richard Schwartzkopff.

La chaudière exposée à Berlin par M. R. Schwartzkopff, était munie d'un appareil d'alarme, dit : « universel », disposé pour fonctionner non seulement quand l'eau s'abaisse en dessous du niveau réglementaire, mais encore quand la pression s'élève au delà du maximum autorisé, ou lorsque les tôles du foyer s'échauffent parce qu'elles sont à sec ou, enfin, lorsqu'une cause quelconque occasionne un retard à l'ébullition.

Ce dernier phénomène, par lequel la production de vapeur est interrompue, bien que la température atteinte soit supérieure à celle correspondant à la pression obtenue, peut avoir lieu quand l'eau est chargée de dépôts ou de sels en dissolution, ou pour des causes restées jusqu'à présent insuffisamment expliquées. Il est en tout cas réel et constitue un danger très sérieux, car, à un moment donné, par suite de l'ouverture d'une soupape ou d'un robinet, ou pour tout autre motif, l'ébullition, suspendue quelque temps, reprend tout d'un coup avec violence et une explosion est à redouter.

L'appareil de M. Schwartzkopff a donc la prétention d'écarter à la fois quatre causes de danger ou tout au moins de les signaler assez tôt pour que l'on puisse prendre les mesures nécessaires et conjurer un accident.

Et cette prétention serait justifiée si l'on en croit les certificats nombreux produits par l'exposant.

Nous ajouterons que plusieurs industriels interrogés par nous au sujet de cet avertisseur, déjà assez répandu en Allemagne, nous ont déclaré être satisfaits de son fonctionnement.

Le signal donné par l'appareil est le même, quelle que soit la nature du danger qui menace, et consiste en une sonnerie électrique.

Celle-ci est mise en branle par le contact métallique dû à la fusion d'un anneau en alliage approprié. Il y a deux de ces anneaux : l'un, hors de la chaudière, se trouve, dans les conditions ordinaires, entouré d'une enveloppe d'eau venant du générateur, mais refroidie à 40 ou 50 degrés. Si le niveau vient à s'abaisser dans la chaudière en dessous d'une certaine limite, l'eau de l'enveloppe est immédiatement remplacée par de la vapeur vive, et, l'alliage étant fusible vers 100 degrés centigrades, la fusion s'opère aussitôt et le signal se donne.

Certains appareils d'alarme, l'appareil Black, par exemple, fonctionnent d'après ce principe, avec la différence que, dans l'avertisseur Black, la fusion de l'alliage donne lieu à une émission de vapeur qui actionne directement un sifflet.

Le deuxième anneau de l'appareil Schwartzkopff est logé au fond d'un tube qui plonge dans la chaudière jusqu'à proximité du foyer. Sa fusibilité est calculée pour pouvoir résister à la température correspondant à la pression maximum autorisée. Au delà, la fusion s'opère. C'est ainsi que, si la chaudière est timbrée à la pression de 5 atmosphères, ce qui correspond à une température de 159 degrés, le point de fusion est de 160 degrés environ. Comme la pression de 6 atmosphères correspond à 165 1/2 degrés centigrades, avant que cette pression soit atteinte, la sonnerie fonctionne et le personnel est averti.

De même que dans le cas de manque d'eau, révélé par la fusion de l'anneau supérieur, l'augmentation de température est encore ici la cause de la mise en branle de la sonnerie ; la fusion de l'anneau inférieur

qui provoque ce signal a lieu dans les diverses circonstances qui peuvent amener cette augmentation de température et qui sont des sources de danger : l'excès de pression, la chauffe à sec d'une tôle, d'où résulte immédiatement un rayonnement de chaleur vers le tube contenant l'alliage, et le retard à l'ébullition.

L'appareil, représenté par les figures 4, 5, 6 et 7 de la planche II, comprend deux tubes concentriques *e* et *i*. L'un d'eux, le tube extérieur *e*, ouvert par le bas, plonge jusqu'au niveau en dessous duquel l'eau de la chaudière ne peut descendre sans danger. Il se continue, au dessus du générateur, par une spirale creuse *o*, en cuivre rouge, qui fait communiquer la tête de l'appareil avec la partie inférieure.

Le tube intérieur *i* descend dans la chaudière et est fermé par le bas.

Entre les deux tubes est un espace annulaire qui, lorsque l'eau du générateur est au dessus du niveau minimum, ne tarde pas à se remplir d'eau jusqu'en haut de l'appareil, si l'on a eu soin d'ouvrir un petit robinet *r* pour expurger l'air qui s'y trouve.

Le tube intérieur contient un faisceau de deux baguettes métalliques *d* et d_1, maintenues séparées en haut et en bas par des bouchons de matières isolantes ou non conductrices de l'électricité.

Le bouchon supérieur *m* et le bouchon m''' ne présentent rien de particulier, ils sont entièrement composés de matière isolante.

Le bouchon m', indentique au bouchon m'', est en plusieurs pièces. La pièce inférieure est composée de matière isolante renfermée dans une sorte de petit seau *s* en laiton ; le dessus de cette partie du bouchon est creusé en cône renversé et sur le périmètre de la base de ce cône se place un anneau *l* en alliage fusible. La pièce du dessus forme couvercle et est aussi en matière isolante.

Tout étant en cet état, les deux baguettes restent isolées l'une de l'autre, mais si l'un des anneaux métalliques *l* vient à entrer en fusion par suite de l'augmentation de température occasionnée : pour le bouchon *m'*, par la vapeur qui remplacera l'eau tiède dans l'espace annulaire *A*, ou, pour le bouchon *m''*, par une des trois causes ci-dessus signalées, la matière fondue se répandra dans la cavité conique et, baignant à la fois les deux baguettes métalliques, établira un contact. Les deux baguettes *d* et d_1 faisant partie d'un circuit électrique, les sonneries établies dans ce circuit (voir pl. II, fig. 4), non seulement près des chaudières, mais aussi au bureau du directeur ou du contremaître, enfin, partout où il pourra être utile d'appeler l'attention, seront mises aussitôt en branle par suite de la fermeture du circuit et l'alarme sera donnée.

Pour remettre l'appareil en état lorsqu'on aura fait disparaître la cause de danger, il suffira de retirer les deux baguettes, de soulever la pièce supérieure du bouchon *m'* ou du bouchon *m''*, d'en faire tomber par la fusion le morceau d'alliage et de remettre un nouvel anneau, dont l'on aura, d'ailleurs, un certain nombre en réserve.

En vue d'empêcher que les agents préposés à la garde des chaudières ne puissent, pour cacher leur négligence, enlever les anneaux fusibles révélateurs et supprimer ainsi tout avertissement, certains industriels ferment le dessus de l'appareil par un cachet de cire ou par un morceau de plomb marqué au poinçon.

Le bon fonctionnement de l'avertisseur Schwartzkopff reposant sur le degré précis de fusibilité des anneaux métalliques, les alliages qui les composent sont tous préalablement essayés par un comité officiel (en Allemagne : la commission impériale d'étalonnage), et les anneaux sont poinçonnés d'une marque spéciale.

L'ensemble des baguettes *d* et des bouchons *m* pouvant être retiré aisément, ainsi que l'indique la figure 6, pl. II, on peut, en tout temps, s'assurer si rien n'est dérangé dans l'installation.

Il importe, évidemment, de vérifier, quand on nettoie la chaudière, si la partie inférieure de l'appareil n'est pas obstruée, et d'enlever les incrustations, qui s'opposeraient rapidement à la conductibilité calorifique du tube intérieur.

Pour constater si la sonnerie électrique marche convenablement, on peut, en tout temps, fermer le circuit, en appuyant sur un bouton à ce destiné.

S'il y a plusieurs chaudières, l'appareil de sonnerie est disposé comme le sont les sonneries électriques des hôtels ou de certains bureaux : des numéros, correspondant aux numéros d'ordre des chaudières, apparaissent et font voir immédiatement quelle est celle qui donne lieu au signal.

La figure 4 représente l'installation pour deux chaudières à foyer intérieur; *l'appareil universel* s'appliquerait d'ailleurs aussi bien à d'autres types de chaudières.

III

Plusieurs autres appareils de sûreté plus ou moins intéressants étaient produits par le même exposant. Nous mentionnons encore les deux suivants qui reposent à peu près sur le même principe.

Appareil d'alarme pour les niveaux d'eau trop élevés (pl. II, fig. 8).

Il consiste en un tube *t* plongeant verticalement dans la chaudière et venant affleurer par son extrémité inférieure au point le plus haut que l'eau doit atteindre dans le générateur.

Il débouche à sa partie supérieure, extérieurement à la chaudière, dans une chambre *c* où se trouve un petit flotteur *s* surmonté d'une tige *k*.

En temps ordinaire, la vapeur remplit le tuyau *t*, dans le haut duquel est d'ailleurs adapté un petit robinet *r*, tenu constamment un peu ouvert pour permettre un léger échappement, et le flotteur reste appliqué sur l'orifice supérieur du tube proprement dit.

Mais si l'eau atteint l'orifice inférieur du dit tuyau, elle monte aussitôt dans celui-ci et va soulever le flotteur.

La tige *k* rencontre alors deux petites lames formant ressort et fixées respectivement à des bornes *b* et *b'*. A ces bornes viennent aboutir les fils d'un circuit électrique dans lequel sont intercalées, comme pour l'appareil universel ci-dessus décrit, autant de sonneries d'alarme que l'on veut.

Les lames poussées par la tige se mettent en contact l'une avec l'autre, le circuit est établi et les sonneries fonctionnent.

Appareil de contrôle pour les tubes de verre (pl. II, fig. 9).

Cet appareil n'a d'autre destination que de permettre de contrôler si les indications du tube de verre sont exactes au moment dangereux, c'est-à-dire lorsque l'eau de la chaudière descend en dessous du niveau minimum.

Un tuyau *T*, qui peut avoir telle forme que l'on veut, suivant l'endroit où l'on applique l'appareil, plonge dans la chaudière jusqu'à la limite inférieure du niveau de l'eau. Il est surmonté d'une boîte *b* en verre, garnie au dessus et en dessous des robinets *r* et *R*.

Dans la boîte se trouve un petit flotteur *f* soutenu par l'eau qui emplit l'appareil, tant que le bas du tube plonge dans l'eau du générateur, c'est-à-dire tant que celui-ci est suffisamment alimenté.

Si, au contraire, il y a manque d'eau, le tube se vide et se remplit de vapeur; le flotteur retombe et l'on a ainsi la preuve qu'en ce moment le niveau de l'eau dans la chaudière est descendu en dessous de la limite qui lui a été assignée.

Il suffit alors d'observer le tube de verre pour constater si l'indication donnée par celui-ci correspond ou ne correspond pas à celle donnée par le tube contrôleur.

Ces diverses dispositions ont incontestablement leur utilité, et plusieurs d'entre elles peuvent être avantageusement appliquées.

Il est bon, toutefois, de rappeler qu'en général une trop grande multiplicité d'appareils de sûreté n'est pas sans inconvénient, surtout au point de vue de leur entretien.

La grande simplicité et la sûreté de fonctionnement de l'indicateur de niveau d'eau décrit au début de cette notice, le rendent particulièrement recommandable. Son usage dispense, évidemment, de l'appareil de contrôle qui vient d'être décrit.

Quant aux appareils d'alarme, ils ont leur utilité spéciale et répondent à un but distinct. Aussi, quelle que soit la confiance qu'il puisse accorder aux autres appareils de sûreté dont il aura garni ses chaudières, l'industriel soucieux de sa sécurité et de celle de ses ouvriers ne pourra-t-il se dispenser d'y adjoindre un avertisseur susceptible d'obvier à la négligence ou à une distraction éventuelle du préposé à la garde des générateurs. Nos règlements lui en font d'ailleurs une obligation expresse.

L'appareil universel de M. Schwartzkopff nous paraît constituer un appareil d'alarme plus complet qu'un grand nombre de ceux employés ordinairement dans notre pays.

Mons, 25 mars 1890.

MÉLANGES

I. — Exposition universelle de Paris en 1889. — Moyens de secours et de transport des blessés dans les mines, par Georges Arnould, ingénieur aux charbonnages du Levant du Flénu.

Chargé par l'administration des charbonnages du Levant du Flénu d'étudier, à l'Exposition de Paris, les institutions diverses établies par les chefs d'industrie en faveur de leur personnel ouvrier, nous avons également porté notre attention sur les appareils et moyens de secours et de transport pour les blessés. C'est l'objet de ce chapitre spécial.

Les expositions minières ne nous ont guère fourni d'indications à cet égard, mais nous avons trouvé, dans les objets exposés par les administrations militaires, des données qui nous semblent pouvoir être très avantageusement utilisées dans les divers cas d'accidents que produit l'exploitation des mines.

C'est à ce titre que nous reproduisons les différents types d'appareils que nous avons eu l'occasion d'observer, en signalant les cas spéciaux dans lesquels ils nous paraissent pouvoir être utilisés.

Transport au fond de la mine.

Nous supposons le cas d'un ouvrier blessé à front d'un ouvrage minier. Pour le transporter, il faut un brancard léger, facile à manier et, par conséquent, pouvant être replié sous un petit volume et donnant au blessé la plus grande commodité possible pour tous les genres de blessures.

Il faut, en outre, que le patient puisse être placé facilement dans une cage où l'on met deux chariots en longueur; les autres, ne permettant pas à un homme de se tenir couché, le brancard devra, dans le cas

d'une cage à un chariot par compartiment, rester à l'accrochage et le blessé sera placé dans un chariot.

Voici les types que nous avons trouvés remplissant le mieux ces diverses conditions.

Si la blessure est légère et ne nécessite pas la position horizontale de celui qui l'a reçue, on peut employer des portoirs en sangles.

La fig. 1, pl. III, représente une de ces chaises avec sangles ou bretelles et porte-pieds.

La fig. 2, pl. III, en représente une autre avec poignée mais sans porte-pieds.

Si la blessure nécessite la position couchée, on pourra employer avec avantage les brancards représentés par les croquis nos 3, 4 et 5.

La fig. 3, pl. III, nous montre un cadre de transport avec coussins et sangles de retenue pour maintenir le blessé. L'appui de la tête pouvant, au moyen d'un dispositif très simple, recevoir diverses inclinaisons.

L'inconvénient est la pesanteur de l'appareil qui, en outre, n'est qu'imparfaitement démontable et n'est point posé sur pieds.

La fig. 4, pl. III, est un brancard avec élévation graduelle pour la tête, obtenue comme dans la fig. 3. Il est posé sur pieds et les coussins sont remplacés par une toile tendue. L'écartement des longerons est déterminé par des traverses en bois placées sous la toile et rembourrées avec de la laine.

Cet appareil est plus léger que celui de la fig. 3, mais il n'est pas démontable et, surtout, au bout d'un certain temps de service, le blessé doit sentir désagréablement les traverses d'écartement.

La fig. 5 est un brancard avec toile mobile s'attachant au moyen de crochets à de petits anneaux, qui la maintiennent parfaitement.

Le modèle peut se replier, il occupe alors un très petit volume et est susceptible d'être transporté avec la plus grande facilité, le poids n'étant que d'environ 7 kilogrammes.

Le prix de cet appareil est de 23 francs. Notre double croquis montre le brancard ouvert et fermé.

Les divers appareils qui précèdent, permettent de transporter le blessé sans secousses nuisibles et nous le retrouvons arrivant dans la salle, où il doit généralement attendre l'arrivée du médecin. Si la blessure est grave, il doit être installé sur un lit de camp dans lequel on doit pouvoir au besoin lui faire les opérations que réclame son état.

Nous donnons, fig. 6, le croquis d'un de ces lits avec sommier Super et à dossier, articulé et pieds tournants.

Ce lit est réductible à $0^m,08$ d'épaisseur sur $1^m,60$ de longueur et $0^m,65$ de largeur, le prix en est de 29 francs.

Si l'opération à faire est importante et difficile, s'il est urgent de la faire de suite, le médecin peut avoir besoin d'une table à opérations (fig. 7).

Bien que l'on puisse, dans la plupart des cas, se servir d'une grande table ordinaire, nous avons cru utile de donner le modèle d'une table à la fois fort, simple et commode.

Cette table est à coussins mobiles, elle peut s'allonger ou se raccourcir à volonté de l'opérateur et ses deux extrémités sont calculées de manière à prendre la position la plus favorable.

Pour les divers pansements et opérations, nous donnons ci-dessous la nomenclature des objets contenus dans une boîte de secours assez complète pour la grande majorité des cas.

Les objets et médicaments ci-dessous renseignés sont rangés dans une caisse de façon à occuper le plus petit volume possible, mais ceci est une question de détail peu importante dans l'industrie puisque l'on n'a pas à devoir la transporter.

Composition de la boîte de secours.

Lingerie.

Draps de lit.
Compresses.
Bandes de toile de $0^m,05$ à $0^m,15$.
Charpie, fil gris.
Ouate, flanelle.
Epingles, cire vierge.
Eponges, vêtements de rechange.

Appareils.

Trousse ordinaire du médecin.
Sondes.
Lattes et amidon.
Carton.

Remèdes.

Acide phénique.
Laudanum.

Chloroforme.
Emétique.
Potion antispasmodique.
Ammoniaque.
Ether.
Perchlorure de fer.
Eau de Goulard.
Teinture d'arnica.
Teinture d'iode.
Liniment oléocalcaire.
Sparadrap.
Taffetas.
Sinapismes Rigollot.
Alcool à 20°.
Alcool camphré.

Transport du blessé a son domicile.

Après avoir été lavé, pansé, opéré, s'il y a lieu, par le médecin, le blessé doit être transporté chez lui. Deux systèmes se présentent.

Le transport à bras et le transport par voiture d'ambulance.

Nous donnons, fig. 8, le croquis d'un brancard pour le transport à domicile.

Ce brancard est articulé de façon à pouvoir se replier et occuper peu de place.

Il est recouvert d'une bâche pour préserver l'occupant des intempéries de l'air.

Notre croquis (fig. 8) montre ce brancard ouvert et fermé.

Voiture d'ambulance.

Conditions générales d'une bonne voiture pour ce genre de service.

1° La voiture doit être bien suspendue et, à ce sujet, l'emploi des ressorts compensateurs du système de M. Desprez, nous semble tout indiqué.

Ces ressorts ont pour but d'atténuer, dans la mesure du possible, les chocs de la caisse suspendue.

Lorsque la voiture suspendue, sur ressorts ordinaires, franchit une ornière ; dès que la force d'impulsion a épuisé la résistance des ressorts

de suspension, ceux-ci remontent brusquement vers leur niveau de tension habituel, d'où choc.

Si au moment de la réascension du ressort de suspension, il intervient une résistance, la réaction est insignifiante et le choc amorti.

Les ressorts qui forment cette résistance sont appelés compensateurs et sont placés dans de petits cylindres.

Voici la façon d'adapter ces ressorts aux voitures existantes : quatre cylindres à ressorts compensateurs terminés par une tige d'attache sont placés à une certaine hauteur dans le véhicule, et la tige sert à supporter le plancher sur lequel vient se placer le matelas ou le brancard contenant le blessé.

2° Facilité de placement du blessé.

A ce point de vue, la voiture doit s'ouvrir par derrière et être basse, de façon à pouvoir faire glisser, sans grand effort, le soutien du patient sur le plancher.

3° Dans l'intérieur de la voiture doit se trouver un banc qui permette à une personne de rester auprès du blessé pendant le transport. Le banc sera placé à l'avant de la voiture, le blessé devant toujours avoir la tête du côté du cocher.

4° L'ambulance doit avoir un coffre, placé généralement sous le banc indiqué plus haut, qui contienne du linge et des objets de première nécessité à laisser au domicile du blessé.

Ci-joint les croquis de ce genre de véhicule (fig. 9, 10 et 11).

On peut placer dans l'ambulance le lit de fer que nous avons indiqué plus haut, les pieds de ce lit pouvant être repliés à volonté.

Le blessé, dans ce cas, n'a plus à changer de position une fois placé sur le lit dans la salle de secours. Dans le cas de blessures très graves, on pourra même laisser le lit au domicile du patient, jusqu'au moment d'une amélioration suffisante de son état ou de son rétablissement; cela dépendra du nombre de lits dont la société disposera.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

I. — Caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs. — Examen des comptes de l'année 1888, par la Commission permanente (1) instituée conformément a l'arrêté royal du 17 aout 1874, en exécution de l'article 4 de la loi du 28 mars 1868.

CHAPITRE PREMIER

Ensemble des opérations des Caisses (2)

Les deux tableaux ci-après résument :

1° divers renseignements statistiques concernant le personnel ouvrier des établissements affiliés aux Caisses communes de prévoyance;

2° le mouvement des recettes et des dépenses de ces institutions.

(1) La Commission permanente est actuellement composée comme suit :

MM. Arnould, G., directeur général des mines, président ;
Braconier, F., sénateur, membre de la Commission administrative de la Caisse de Liége;
Guinotte, L., vice-président de la Commission administrative de la Caisse du Centre;
Harzé, E., ingénieur en chef directeur des mines, directeur à l'Administration centrale;
Jacquier, F.-A., commissaire d'arrondissement, à Neufchâteau, membre de la Commission administrative de la Caisse du Luxembourg;
Jottrand, directeur divisionnaire des mines, à Mons;
Jouniaux, E., industriel, membre de la Commission administrative de la Caisse de Charleroi;
Laporte, L., industriel, membre de la Commission administrative de la Caisse du Couchant de Mons;
Smeysters, J., ingénieur en chef directeur des mines, à Charleroi;
Timmerhans, L., directeur divisionnaire des mines, à Liége;
Tonneau, F., vice-président de la Commission administrative de la Caisse de Namur;
Witmeur, Henri, ingénieur principal des mines à l'Administration centrale membre-secrétaire.

(2) Rapporteur : M. Harzé.

Relevé des renseignement

DÉSIGNATION des CAISSES.	NOMBRE d'exploitations associées.	NOMBRE d'ouvriers occupés.	NOMBRE de journées de trava
Caisse de Mons	19	26,750	8,049,363
— Charleroi	43	34,216	10,209,607
— Centre	10	14,666	4,128,746
— Liége	54	25,532	7,721,412
— Namur	22	2,372	685,693
— Luxembourg	12	569	153,630
Totaux et nombres moyens	160	104,105	30,948,451

Opération

RECETTE

DÉSIGNATION des CAISSES.	CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE Retenues sur les salaires.	Cotisations des exploitants.	Subventions de l'État.	Subventions des provinces.	Autres recettes.
Caisse de Mons	159,463 11	(1) 205,736 55	11,545 46	2,215 »	(3) 236,098
— Charleroi	»	434,700 87	13,158 56	2,600 »	(4) 47,081
— Centre	98,776 88	98,776 88	6,294 00	1,185 »	(5) 46,795
— Liége	»	(2) 481,452 48	12,262 50	3,000 »	64,131
— Namur	14,467 50	14,467 50	1,126 08	550 »	(6) 19,077
— Luxembourg	2,328 28	2,328 28	256 74	250 »	1,020
Totaux	275,035 77	1,237,462 56	44,643 34	9,800 »	414,005

DÉPENSE

DÉSIGNATION des CAISSES.	PENSIONS.	SECOURS.	AUTRES DÉPENSES.	FRAIS d'administration.	TOTAUX des Caisses commu (1)
Caisse de Mons	504,418 39	»	»	11,914 25	516,332
— Charleroi	343,660 41	172,426 16	608 62	15,461 97	532,157
— Centre	256,924 70	3,463 20	»	2,913 55	263,301
— Liége	256,845 09	326,864 84	227 65	9,720 50	593,658
— Namur	30,025 95	27,344 »	»	2,348 20	59,718
— Luxembourg	7,688 35	480 »	»	455 »	8,623
Totaux	1,399,562 89	530,578 20	836 27	42,813 47	1,973,790

statistiques pour l'année 1888.

MONTANT TOTAL des SALAIRES.	SALAIRE MOYEN par an.	SALAIRE MOYEN par journée.	Observations.
Frs.	Frs.	Frs.	
21,261,748	794 64	2 64	
28,980,062	846 97	2 84	
13,169,762	897 98	3 19	
23,945,430	938 »	3 10	
1,830,876	772 »	2 67	
366,421	819 72	3 03	
89,554,299	860 »	2 89	

des Caisses

(en francs).

TOTAL.	CAISSES PARTICULIÈRES DE SECOURS			TOTAL GÉNÉRAL.	Observations.
	Retenues sur les salaires.	Cotisations des exploitants.	TOTAL.		
615,059 06	»	348,339 30	348,339 30	963,398 36	
497,341 32	»	468,287 27	468,287 27	965,628 59	
251,827 99	57,667 44	115,334 87	171,002 31	422,830 30	
560,846 86	199,147 »	522,693 »	721,840 »	1,282,686 86	
49,688 51	17,549 07	24,563 74	42,112 81	91,801 32	
6,183 30	3,205 01	4,390 94	7,595 95	13,779 25	
1,980,947 04	277,568 52	1,483,609 12	1,761,177 64	3,742,124 68	

(1) Dont frs. 46,273-44 en subventions extraordinaires en conformité de l'art. 5 des statuts.

(2) A raison de 2 p. °/. des salaires. Le 1/2 p. °/. en plus par rapport aux autres caisses correspond à un versement supplémentaire de 120,713 frs.

(3) Compris frs. 143,965-65 de plus-value d'obligati°ns échangées.

(4) Compris frs. 2,307 55 de plus value d'obligations.

(5) Id. 17,612-48 id.

(6) Id. 7,728-11 id.

(en francs).

CAISSES PARTICULIÈRES de SECOURS.	TOTAL GÉNÉRAL.	AVOIR au 1er janvier 1888 des Caisses communes de prévoyance.	CHARGES ANNUELLES au 1er janvier 1888 de ces Caisses.	Observations.
348,339 30	864,671 94	1,936,112 33	481,598 21	
468,287 27	1,000,444 43	1,154,037 52	466,092 68	
(2) 121,784 06	385,085 51	884,395 63	260,110 80	
516,154 »	1,109,812 06	1,612,369 49	596,520 »	
23,003 84	82,721 99	304,148 32	53,693 »	
4,288 67	12,912 02	24,606 82	7,720 »	
1,481,857 14	3,455,647 97	5,915,670 11	1,865,734 69	

(1) En dehors des charges statutaires des Caisses, certaines sociétés minières du pays interviennent pour l'instruction professionnelle des ouvriers et pour l'instruction de l'enfance. Le compte-rendu de la caisse du Couchant de Mons renseigne une somme de frs. 21,399-44 comme ayant été affectée par plusieurs sociétés à l'instruction des enfants d'ouvriers, à des établissements hospitaliers et à des distributions de charbon aux ouvriers.

(2) Non compris les dépenses pour le service médical.

§ 1. Renseignements statistiques.

En 1888, il y a eu 160 établissements industriels, affiliés aux diverses Caisses de prévoyance. Ces établissements se répartissent comme suit :

Charbonnages	127
Mines métalliques	9
Minières	7
Carrières	14
Usines	1
Sociétés de transport	2
Ensemble	160

Ces établissements ont occupé 104,105 travailleurs, soit 3,240 de plus qu'en 1887. Le salaire annuel moyen qui, en 1887, s'était chiffré à 814 francs, s'est élevé à 860 francs.

§ 2. Recettes et dépenses des Caisses communes de prévoyance.

Il ressort du deuxième tableau que les recettes ont dépassé les dépenses de fr. 7,156-21. Mais ce faible excédent est fictif.

En fait, il y a encore eu un déficit important de fr. 164,487-14 masqué au delà par une plus-value de la réserve de fr. 171,643-35.

Voici quel a été le mouvement des diverses Caisses au point de vue des bonis ou des déficits :

DÉSIGNATION des CAISSES.	MONTANT		DIFFÉRENCES		OBSERVATIONS
	des recettes.	des dépenses.	en boni.	en déficit.	Plus-value de la réserve portée en recettes.
	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.
Caisse de Mons	615,059 06	516,332 64	98,726 42	»	143,965 63
De Charleroi	497,341 32	532,157 16	»	34,815 84	2,207 55
Du Centre	251,827 99	263,301 45	»	11,473 46	17,642 06
De Liége	560,846 86	593,658 08	»	32,811 22	»
De Namur	49,688 51	59,718 15	»	10,029 64	7,728 11
De Luxembourg	6,183 30	8,623 35	»	2,440 05	»
Totaux	1,980,947 04	1,973,790 38	98,726 42	91,570 21	171,643 35
	Boni général. . . . Fr.		7,156 21		

Le tableau suivant renseigne la recette des six Caisses par ouvrier y affilié :

Recettes par ouvrier (en francs).

DÉSIGNATION des CAISSES	CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE.					
	Retenues sur les salaires.	Cotisation des exploitants.	Subventions de l'État (1).	Subventions des provinces.	Autres recettes.	Total.
Caisse de Mons . . .	5.96	7.69	0.43	0.08	8.81	22.97
Id. Charleroi . .	»	12.70	0.38	0.08	1.37	14 53
Id. Centre . . .	6.73	6.74	0.43	0.08	3.19	17.17
Id. Liége . . .	»	18.86	0.48	0.12	2.51	21.97
Id. Namur . . .	6.10	6.10	0.47	0.23	8.04	20.90
Id. Luxembourg .	4.09	4.09	0.44	0.44	1.81	10.87
Moyenne.	2.64	11.89	0 43	0.09	3.98	19.02
L'année précédente .	2.48	11.46	0.44	0.09	3.08	17.56

(1) La répartition du subside de l'État entre les diverses Caisses a été faite comme d'ordinaire proportionnellement au nombre des ouvriers des établissements affiliés et au montant des charges

Par rapport à l'année 1887, la recette par ouvrier a donc augmenté, ce qui est notamment dû à une certaine hausse du salaire.

C'est toujours à Liége que les ressources sont les plus grandes.

S'il en paraît autrement dans la dernière colonne en faveur de la Caisse de Mons, c'est que l'on a porté en recettes la plus-value des titres qui constituent la réserve.

En rapprochant certains des chiffres de la dernière ligne, de ceux trouvés l'année précédente, on remarque les différences suivantes :

CAISSES.	NOMBRE D'OUVRIERS PENSIONNÉS OU SECOURUS.				MOYENNE DES PENSIONS ET DES SECOURS.				Nombre proportionnel des ouvriers pensionnés et secourus en 1887 par rapport à celui des affiliés pendant la période de 1879-1888.
	1888	1887	En plus.	En moins.	1888	1887	En plus.	En moins.	
					Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	
Mons . . .	3,989	4,030	»	41	126	122	4	»	15 p. %
Charleroi . .	4,285	4,257	28	»	120	126	»	6	13 »
Centre . .	1,882	1,833	49	»	138	138	»	»	13 »
Liége . . .	3,795	3,698	97	»	154	153	1	»	15 »
Namur. . .	361	363	»	2	159	159	»	»	15 »
Luxembourg.	84	82	2	»	97	104	»	7	15 »
Ensemble .	14,396	14,263	176	43	134	133	1	»	14 p. %
			133						

D'où, par rapport à l'année 1887, un plus grand nombre de personnes pensionnées ou secourues et une très légère augmentation du taux général des pensions et des secours.

En récapitulant les sommes reçues et dépensées par les six Caisses de prévoyance depuis leur origine légale (49 ans), on arrive à cette conclusion qu'elles ont payé en pensions et en secours une somme de 50,320,911 francs, alors que le montant des retenues sur les salaires ne se chiffre qu'à la somme de 19,840,181 francs.

Les ouvriers ont donc reçu, en pensions et en secours, frais d'administration payés, 2.54 fois le montant de ces retenues.

§ 3. Recettes et dépenses des Caisses particulières de secours.

Revenant au deuxième tableau général de ce travail, on voit que les recettes des dites Caisses se sont élevées en 1888, à fr. 1,761,177-64 soit fr. 262-146-83 de plus qu'en 1887.

Dans ces recettes, les retenues sur les salaires ne comptent que pour 16 p. °/₀.

Les dépenses, qui ont été notablement inférieures aux recettes, se sont chiffrées à 1,476,015 francs, somme qui se décompose comme suit :

DÉSIGNATION des SECOURS.	MONS.	CHARLEROI. (1)	CENTRE. (2)	LIÉGE.	NAMUR.	LUXEMBOURG (3)
	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.
Argent . . .	235,888 48	232,467 76	121,784 06	304,073 »	13,715 33	1,913 95
Médicaments .	12,324 88	79,601 11	»	112,144 »	8,490 26	»
Charbon et divers . . .	17,477 99	56,953 20	»	26,653 »	798 25	»
Médecins . .	82,647 95	99,265 20	»	73,284 »	»	2,374 67
Totaux. .	348,339 30	468,287 27	121,784 06	516,154 »	23,003 84	4,288 62

(1) Pour Charleroi on a réparti aux trois dernières rubriques une somme de fr. 12,708-09 dépensée en frais d'hôpitaux.

(2) Pour le Centre, nous rappellerons que le service médical (médecins et pharmaciens) est organisé, en dehors des Caisses de secours, presqu'exclusivement aux frais de l'ouvrier.

(3) Pour la Caisse de Luxembourg, les frais de médicaments sont confondus avec ceux des médecins

En comparant les dépenses globales à celles de l'année précédente, on constate les différences indiquées au tableau ci-après :

DÉSIGNATION DES CAISSES.	ANNÉES 1888.	1887.	EN PLUS.	EN MOINS.
	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.
Mons	348,399 30	403,943 22	»	55,543 92
Charleroi . . .	468,287 27	438,081 59	30,205 68	»
Centre	121,784 06	112,009 83	9,774 23	»
Liége	516,154 »	506,141 »	10,013 »	»
Namur. . . .	23,003 84	26,411 66	»	3,407 82
Luxembourg . .	4,288 67	9,716 41	»	5,427 74
Ensemble.	1,481,917 14	1,496,303 71	49,992 91	64,379 48

En considérant l'ensemble des dépenses des Caisses communes de prévoyance et des Caisses particulières de secours, on arrive à la somme globale de fr. 3,455,647-97, dépassant de fr. 11,563-50 celle de l'exercice précédent.

§ 4. Accidents déclarés par les sociétés affiliées.

330 accidents ont été déclarés en 1888 aux commissions administratives des six Caisses, comme devant entraîner l'intervention de ces institutions.

Ces accidents ont fait 333 victimes dont 159 ouvriers tués et 174 blessés.

Le tableau ci-après résume ces renseignements pour les cinq dernières années.

ANNÉES.	NOMBRE d'accidents.	de tués.	de blessés.	de victimes.	d'ouvriers affiliés.
1884	385	220	183	403	106,174
1885	318	180	171	351	101,855
1886	322	148	195	343	100,360
1887	427	214	229	443	103,362
1888	330	159	174	333	104,105
Nombres proportionnels par ⁰⁰/₀₀ ouvriers affiliés.					
1884	3,6	2,1	1,7	3,8	1,000
1885	3,1	1,8	1,7	3,5	1,000
1886	3,2	1,5	1,9	3,4	1,000
1887	4,1	2,1	2,2	4,3	1,000
1888	3,2	1,5	1,7	3,2	1,000

De même que l'année précédente, nous terminons notre compte-rendu en indiquant, pour chacune des dix dernières années, le nombre des ouvriers des établissements affiliés aux diverses Caisses communes de prévoyance, ainsi que le mouvement général des opérations de l'ensemble de ces institutions.

Nombre d'ouvriers.

ANNÉES.	MONS.	CHARLEROI.	CENTRE.	LIÉGE.	NAMUR.	LUXEMBOURG	ENSEMBLE.
1879 . . .	26,304	32,677	12,639	24,579	3,660	765	100,624
1880 . . .	28,180	35,655	12,728	26,025	3,295	750	106,633
1881 . . .	27,064	34,993	12,662	25,183	3,277	731	103,910
1882 . . .	27,473	35,299	12,893	25,000	3,060	785	104,510
1883 . . .	28,949	36,572	13,846	25,659	3,175	768	108,969
1884 . . .	27,680	36,049	14,123	24,422	3,030	870	106,174
1885 . . .	25,535	34,392	14,037	24,290	2,769	832	101,855
1886 . . .	26,331	33,513	13,882	23,866	2,027	741	100,360
1887 . . .	25,470	34,079	14,349	24,189	2,089	689	100,865
1888 . . .	26,750	34,216	14,666	25,532	2,372	569	104,105

RECETTE

ANNÉES.	CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE				
	Retenues sur les salaires.	Cotisations des exploitants.	Subventions de l'État.	Subventions des provinces.	A re
1879.	614,062 14	614,062 14	44,267 »	9,250 »	368
1880.	715,395 36	715,395 35	44,641 »	9.250 »	318
1881.	704,291 96	743,873 58	44,315 »	9,500 »	288
1882.	490,797 87	1,086,264 99	44,649 85	9,650 »	279
1883.	326,722 09	1,335,337 89	44,521 »	9,800 »	284
1884.	307.757 42	1.210,918 32	44,897 63	9,800 »	279
1885.	258,378 93	1,084,442 39	44,969 47	9,800 »	282
1886.	244,147 50	1,043.195 27	44,357 90	9,800 »	(1)406
1887	250,268 53	1,155,470 88	44,558 71	9,800 »	(2)310
1888.	275,035 77	1,237,442 56	44,643 34	9,800 »	(3)414

DÉPENSES

ANNÉES.	PENSIONS.	SECOURS.	AUTRES DÉPENSES.	FRAIS d'administration.	TOT Caisses
1879.	1,419,303 73	475,436 10	»	50,009 26	1,944,
1880.	1,427,824 40	474,782 »	»	48,143 54	1.950,
1881.	1,417,604 70	459,586 85	»	45,747 53	1,922,
1882.	1,440,152 06	438,998 86	7,291 84	45,419 11	1,931,
1883.	1,427,608 18	418,537 75	503 06	46,298 49	1,892,
1884. . . .	1,418,873 28	417,932 20	»	47,001 20	1,883,
1885.	1,401,232 03	442,346 30	»	49,430 14	1,893,
1886.	1,342,175 68	458,607 46	»	47,588 78	1,848,
1887.	1,382,011 98	511,029 70	(4) 7,176 »	47,563 08	1,947,
1888.	1,399,562 89	530,578 20	836 27	42,813 47	1,973,

…ISSES (en Francs).

…	CAISSES PARTICULIÈRES DE SECOURS			TOTAL GÉNÉRAL.	Observations.
	Retenues sur les salaires.	Cotisations des exploitants.	TOTAL.		
… 03	1,219,328 18	286,626 31	1,505,954 49	3,156,176 52	(1) Compris fr. 130,141-37 en plus-value des titres de la Caisse du Centre
… 88	1,426,757 23	193,371 14	1,620,128 37	3,423,192 25	(2) Compris fr. 5,525-99 en plus-value des titres de la caisse du Centre et d'un legs à la Caisse de Liége s'élevant ensemble à 52,000 francs.
… 94	976,832 40	555,684 75	1,532,517 15	3,323,182 09	(3) Compris fr. 171,643-35 en plus-value de titres.
… 73	706,045 93	729,211 51	1,435,257 44	3,345,990 17	
… 32	352,701 48	1,067,386 91	1,420,088 39	3,443,848 28	
… 12	299,051 05	1,150,318 62	1,449,369 67	3,301,743 79	
… 33	273,392 41	1,181,540 27	1,454,932 68	3,135,388 01	
… 65	271,881 06	1,187,805 38	1,459,686 44	3,207,345 09	
… 72	274,021 12	1,209,167 99	1,483,189 11	3,253,943 83	
… 04	277,568 52	1,483,609 12	1,761,177 64	3,742,124 68	

…ISSES (en Francs).

…	TOTAL GÉNÉRAL.	AVOIR au 1er janvier 1885 des Caisses communes de prévoyance.	CHARGES ANNUELLES au 1er janvier 1885 de ces Caisses.	Observations.
… 90	3,600,233 99	6,623,153 71	1,781,911 48	(4) Frais de succession.
… 84	3,566,772 78	6,475,427 65	1,788,647 60	
… 22	3,495,637 90	6,343,153 51	1,788,470 11	
… 51	3,391,911 38	6,322,034 37	1,813,241 35	
… 28	3,331,060 76	6,429,948 21	1,794,152 47	
… 93	3,357,947 61	6,398,515 65	1,784,209 85	
… 62	3,363,039 09	6,185,962 51	1,716,565 63	
… 18	3,317,308 10	6,085,248 94	1,769,450 94	
… 71	3,444,084 47	5,908,513 90	1,832,088 28	
… 14	3,455,647 97	5,915,670 11	1,865,734 69	

CHAPITRE II

Opérations de chacune des Caisses de prévoyance et des Caisses de secours.

§ 1. Caisse de Mons (1).

Le nombre d'établissements associés n'a pas varié; il est de 19, comme en 1887, y compris le Levant de Mons, inactif depuis longtemps.

Les déclarations transmises par les exploitants constatent qu'ils ont payé 21,261,748 francs de salaires à 26,750 ouvriers, pour 8,049,363 journées de travail, ce qui correspond à un salaire annuel de fr. 794-64 et à un salaire journalier moyen de fr. 2-64.

L'année précédente, le salaire annuel avait été de fr. 747-52; chaque ouvrier a donc reçu, en 1888, une majoration de fr. 47-12, ou de 8 centimes par journée de travail.

Ces résultats, bien que plus satisfaisants que ceux des années 1886 et 1887, sont encore inférieurs à la moyenne des cinq années antérieures, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

ANNÉES.	NOMBRE		MONTANT des SALAIRES.	SALAIRE MOYEN	
	d'ouvriers.	de journées.		annuel.	journalier.
1883 . . .	28,949	8,571,804	26,116,604	899 84	3 04
1884 . . .	27,680	8,323,538	24,177,425	870 00	2 90
1885 . . .	25,535	7,444,237	19,828,018	766 50	2 91
1886 . . .	26,331	7,299,514	18,641,986	707 98	2 55
1887 . . .	25,470	7,383,940	18,972,164	744 88	2 56
Moyennes .	26,793	7,804,607	21,547,239	797 84	2 79
1888 . . .	26,750	8,049,363	21,261,748	794 64	2 64

A. *Caisse commune de prévoyance.*

Les recettes ordinaires n'ont été que de . . . . fr. 471,093 43
tandis que les dépenses se sont élévées à 516,332 64

Déficit. . . fr. 45,239 21

(1) Rapporteur : M. Jottrand.

L'assemblée générale du 8 mai 1888 ayant décidé d'échanger les 932 obligations Nord-Belge et les 477 Anvers-Rotterdam, qui faisaient partie de l'avoir de la Caisse, contre 948 obligations de la Société des Chemins de fer du Nord de la Belgique et 400 obligations de la Société des charbonnages du Levant du Flénu, il ressortit de cette opération un excédent de fr. 143,965-63 représentant la plus-value acquise par les titres échangés entre leur date d'achat et celle de leur vente.

Il résulte de cette opération que le compte en recettes et en dépenses de l'année 1888 s'établit comme suit :

1° *Recettes.*

Retenues prélevées sur les salaires des ouvriers . . fr.	159,463	11
Cotisations des exploitants.	159,463	11
Subvention extraordinaire en vertu de l'art. 5 des statuts.	46,273	44
Subside de l'Etat.	11,545	46
Subside de la province	2,215	»
Intérêts des capitaux placés	92,133	31
Plus-value d'obligations échangées	143,965	63
Total des recettes. . . fr.	615,059	06

2° *Dépenses.*

Pensions et secours . . . . fr.	504,418	39
Frais d'administration	11,914	25
Total des dépenses. . . fr.	516,332	64
Excédent des recettes. . . fr.	98,726	42

L'avoir social s'élevait, le 31 décembre 1888, à la somme de fr. 1,936,112-33, supérieur de fr. 98,726-42 à celui de l'exercice précédent.

Le relevé des recettes et des dépenses pour les cinq dernières années est résumé dans le tableau suivant :

ANNÉES.	RECETTES.	DÉPENSES.	EXCÉDENT des recettes.	EXCÉDENT des dépenses.
1883 . . .	520,343 20	455,381 84	64,961 36	»
1884 . . .	495,251 07	454,218 77	41,032 30	»
1885 . . .	452,836 12	473,002 07	»	20,165 95
1886 . . .	442,099 78	483,456 89	»	41,357 11
1887 . . .	452,256 74	510,553 05	»	58,296 31
Moyennes .	472,557 38	475,322 52	»	2,765 14
1888 . . .	615,059 06	516,332 64	98,726 42	»

Les recettes de 1888 ont été supérieures de fr. 162,802-32 à celles de 1887, grâce à l'opération financière indiquée plus haut; en ne tenant pas compte de cette opération, les recettes ordinaires n'atteignent que fr. 471,093-43, somme supérieure seulement de fr. 18,836-69 au résultat de 1887. D'autre part, les dépenses se sont aussi accrues et ont été de fr. 5,579-59 plus élevées que celles de l'exercice précédent.

Comparativement à la moyenne des cinq dernières années, l'augmentation des dépenses a été de fr. 41,010-12.

Le tableau ci-après indique, pour la période de 1883 à 1888, le nombre de personnes pensionnées :

ANNÉES.	NOMBRE de personnes pensionnées.	MONTANT DES PENSIONS.	
		Total.	Par personne.
1883	3,636	439,355 25	120 83
1884	3,624	436,976 47	120 58
1885	3,699	455,015 62	123 02
1886	3,815	466,451 99	122 27
1887	4,030	493,670 68	122 50
Moyennes . .	3,761	458,294 »	121 84
1888	3,989	504,418 39	126 40

Le relevé suivant donne la répartition des pensions viagères et temporaires pour la même période :

ANNÉES.	PENSIONS VIAGÈRES.		PENSIONS TEMPORAIRES.	
	Nombre.	Montant.	Nombre.	Montant.
1883.	2,523	394,895 59	1,113	44,459 66
1884.	2,533	394,307 63	1,091	42,668 84
1885.	2,595	412,508 39	1,104	42,507 23
1886.	2,724	425,420 23	1,091	41,031 76
1887.	2,877	449,806 89	1,153	43,863 79
Moyennes . .	2,650	415,387 75	1,110	42,906 26
1888.	2,898	462,354 06	1,091	42,064 33

Le tableau ci-après donne le détail des diverses catégories de pensions pour les deux dernières années :

DÉSIGNATION DES PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE DES PENSIONNÉS.		MONTANT DES PENSIONS	
	1887	1888	1887	1888
A. — *Pensions viagères.*				
Ouvriers mutilés, incapables de travailler	1,109	1,131	214,647 97	221,582 54
Veuves d'ouvriers ayant péri par accident	1,217	1,205	171,075 88	172,717 44
Veuves de vieux ouvriers . .	119	136	8,578 64	10,287 16
Vieux parents d'ouvriers tués.	55	54	7,718 31	7,878 67
Vieux ouvriers	377	372	47,786 09	49,888 25
B. — *Pensions temporaires.*				
Enfants et orphelins	1,153	1,091	43,863 79	42,064 33
Totaux. . . .	4,030	3,989	493,670 68	504,418 39

L'avoir général de la Caisse au 31 décembre 1888 était de . . . . fr. 1,936,112 33

Montant des charges qu'elle a supportées à la même date 481,598 21

Reste. . . fr. 1,454,514 12

B. *Caisses particulières de secours.*

Les Sociétés charbonnières affiliées à la Caisse de prévoyance ont supprimé les retenues qu'elles faisaient à leurs ouvriers, au profit de leurs Caisses de secours, à partir du 1er janvier 1881.

Ces Caisses sont, depuis lors, exclusivement alimentées par les subventions des sociétés et leurs recettes sont égales sinon supérieures aux dépenses ci-après :

A. — Montant des secours en argent . . . . . fr.	235,888 48
id. en médicaments	12,324 88
id. en charbon et objets divers.	11,636 29
Honoraires des médecins.	82,647 95
	342,497 60
B. — L'hôpital destiné aux ouvriers des mines du Grand-Hornu a occasionné, en 1888, une dépense de fr. 4,276-55.	
Trois sociétés ont participé aux frais d'instruction des enfants d'ouvriers pour une somme de . fr.	15,497 74
Deux sociétés ont accordé des subsides à l'hospice des Petites Sœurs des pauvres établi à Jemmapes	2,300 »
Une société a alloué un subside à l'hôpital de Frameries	2,800 »
Enfin, trois sociétés ont distribué du charbon aux ouvriers indigents, pour	741 70
Ensemble. . . fr.	21,339 44

Le tableau suivant donne le mouvement des dépenses pendant les cinq dernières années :

ANNÉES.	MONTANT DES SECOURS EN			HONORAIRES des MÉDECINS.	DÉPENSES TOTALES.
	Argent.	Médicaments.	Charbon et objets divers.		
1883	195,588 89	13,894 40	12,465 89	88,815 78	310,764 96
1884	210,598 55	14,242 05	13,016 26	87,332 90	325,189 76
1885	221,507 88	14,306 49	14,579 61	82,959 »	333,352 98
1886	242,961 25	16,398 52	15,492 28	84,596 59	359,448 64
1887	288,855 47	16,129 50	16,772 68	82,185 57	403,943 22
Moyenne.	231,902 41	14,994 19	14,465 34	85,177 97	346,539 91
1888	235,888 48	12,324 88	11,636 29	82,647 95	342,497 60

Pendant l'exercice qui vient d'être clos, 13,017 ouvriers ont été secourus par les Caisses particulières de secours, soit 48 p. °/₀ du nombre total des ouvriers occupés.

Le nombre de personnes secourues a été, pendant les cinq dernières années de :

1883 . .	8,296	ou	29	p. °/₀	du personnel occupé.
1884 . .	7,528	ou	27	id.	id.
1885 . .	9,776	ou	38	id.	id.
1886 . .	12,351	ou	47	id.	id.
1887 . .	12,308	ou	48	id.	id.
Moyenne .	10,052	ou	38	id.	id.
1888 . .	13,017	ou	48	id.	id.

§ 2. — CAISSE DE CHARLEROI (1).

Les sociétés affiliées sont au nombre de 43 ; il y en avait 44 l'année précédente. Les charbonnages de Maugrétout et du bois du Casier, qui avaient travaillé pendant une partie de l'exercice 1887, sont restés complètement inactifs en 1888 ; d'autre part, l'ancienne concession de Péronnes fut remise en exploitation sous le nom de Princesse-Péronnes.

Le nombre total d'ouvriers employés s'élève à 34,216, auxquels il fut payé fr. 28,980,061-61 de salaires pour 10,209,607 journées de travail.

(1) Rapporteur : M. Jouniaux.

Ces chiffres correspondent à un salaire moyen annuel de fr. 846-97, et à un salaire journalier de fr. 2-84.

Si nous le comparons à l'année précédente, nous voyons que le salaire moyen annuel est augmenté de fr. 52-78, soit 6 1/2 p. °/°. Il est sensiblement égal à la moyenne des cinq dernières années, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

ANNÉES.	NOMBRE d'ouvriers.	NOMBRE de journées.	NOMBRE de journées par ouvrier.	MONTANT des SALAIRES.	SALAIRE MOYEN par an.	SALAIRE MOYEN par jour.
Moyenne des années 1883 à 1887 .	34,921	10,241,664	293	29,780,215 20	850 06	2 90
1887 . . .	34,079	9,985,605	293	27,062,433 70	794 19	2 71
1888 . . .	34,216	10,209,607	298	28,980,061 61	846 97	2 84
Augmentation pour 1888 . . .	137	224,002	5	1,917,627 91	52 78	0 13

Les recettes totales s'élèvent à fr. 497,341-32, se décomposant comme suit :

Cotisations des exploitants représentant 1 1/2 p. °/₀ des salaires payés aux ouvriers	fr.	434,700 87
Subside de l'Etat.		13,158 56
Subside de la province		2,600 00
Produits des capitaux		46,881 89
Total . . .	fr.	497,341 32
Les recettes de 1887 avaient été de	fr.	470,196 79
Augmentation . . .	fr.	27,144 53

Les dépenses sont augmentées de fr. 3,223-18, pour atteindre la somme de fr. 532,157-16, savoir :

Pensions viagères	fr.	295,571 49
Pensions temporaires		48,088 92
Secours		172,426 16
Frais d'administration et de bureau		15,461 97
Intérêts payés aux banquiers		608 62
Somme égale. . . .	fr.	532,157 16

Il résulte de ces chiffres que l'année 1888 clôture par un déficit de fr. 34,815-84, soit fr. 23,921-35 en moins qu'en 1887, où il s'était élevé à fr. 58,737-19.

Cette amélioration est la conséquence d'une majoration de revenus resultant de l'augmentation de salaires.

Pour satisfaire aux besoins du service de la Caisse, la commission administrative a dû réaliser une partie de rente belge 3 1/2 p. % jusqu'à concurrence d'une somme de 50,925 francs.

L'avoir de l'Association au 31 décembre 1887 était de . . . . fr.	1,188,853 36
Si nous en déduisons le déficit du dernier exercice.	34,815 84
il reste comme avoir au 1er janvier 1889 . . . fr.	1,154,037 52

Le tableau ci-dessous résume les recettes et les dépenses pour la période quinquennale de 1883 à 1887, ainsi que pour les années 1887 et 1888 séparément.

ANNÉES.	RECETTES.	DÉPENSES.	DIFFÉRENCES.	
			BONI.	DÉFICIT.
Moyenne de 1883 à 1887.	522,167 76	566,578 22	»	44,410 46
1887.	470,196 79	528,933 98	»	58,737 19
1888.	497,341 32	532,157 16	»	34,815 84

D'après le tableau *A* annexé au rapport de la commission administrative de la Caisse de prévoyance, 26 sociétés affiliées ont occasionné un excédent de dépenses de fr. 96,899-11, qui, joint à la somme de fr. 16,977-20, représentant les charges des six charbonnages inactifs, donnent pour excédent total des dépenses fr. 113,876-31.

Dix-sept sociétés seulement ont produit un excédent de recettes de fr. 32,490-61.

Le montant des charges au 1er janvier est résumé ci-dessous pour les années 1884 à 1889 :

1884, fr.	563,298-27,	dont fr.	433,113-70	pour pensions.
1885, »	550,121-88,	id.	428,047-20	id.
1886, »	454,751-10,	id.	338,091-40	id.
1887, »	449,553-34,	id.	331,382-20	id.
1888, »	457,237-40,	id.	332,184-40	id.
Moyenne, fr.	494,992-40,	dont fr.	372,563-78	pour pensions.
1889, »	466,092-68,	id. »	333,053-80	id.

On voit que les dépenses obligatoires, tout en restant inférieures à la moyenne des cinq dernières années, vont en augmentant depuis 1887.

Pour le nouvel exercice, il y a une majoration de fr. 869-40 dans le service des pensions, bien que le nombre de pensionnés soit diminué de 59.

Pendant l'année 1888, 74 ouvriers furent tués ou périrent des suites de leurs blessures, et 50 ont reçu des blessures plus ou moins graves.

Au 1er janvier 1888, le nombre de pensions se décomposait comme suit :

	2,000	pensions viagères,	928	pensions temporaires.
Il a été accordé en 1888. .	156	id.	et 95	id.
Ensemble .	2,156	id.	1,023	id.
Dont il faut retrancher les extinctions. .	157	id.	153	id.
Il reste au 1er janvier 1889	1,999	id.	870	id.

Soit en total 2,869 pensions.

Les 251 pensions accordées en 1888 s'élèvent à . .	fr.	27,424	»
il y a eu, en outre, une pension revisée		18	»
Total. . .	fr.	27,442	»
Les 310 pensions éteintes s'élèvent à		26,572	60
Différence en plus. .	fr.	869	40

Le nombre de personnes secourues ainsi que le montant des secours sont résumés ci-après :

ANNÉES.	NOMBRE de personnes secourues.	MONTANT des pensions et des secours.	SOMMES payées à chaque personne secourue.
Moyenne de 1883 à 1887.	4,372	559,395 92	127 79
1887	4,257	513,519 23	120 63
1888	4,285	516,086 57	120 44

On remarquera que la somme payée par personne est restée la même qu'en 1887, et est inférieure de 5 3/4 p. % à la moyenne des cinq dernières années.

Le tableau suivant renseigne pour la dernière période quinquennale, ainsi que pour les années 1887 et 1888, le nombre et le montant des pensions :

ANNÉES.	PENSIONS VIAGÈRES.		PENSIONS TEMPORAIRES.	
	Nombre.	Montant.	Nombre.	Montant.
Moyenne de 1883 à 1887.	2,229	343,854 53	1,139	58,900 60
1887	2,126	297,957 57	1,079	50,865 80
1888	2,143	295,571 49	1,004	48,088 92

Le détail des pensions et secours est groupé par catégories dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION des CATÉGORIES.	NOMBRE.			MONTANT DES SOMMES PAYÉES.		
	Moyenne de 1883 à 1887	1887.	1888.	Moyenne de 1883 à 1887.	1887.	1888.
Pensions viagères.						
Ouvriers mutilés et incapables de travailler	333	348	357	75,973 94	78,489 44	76,388 10
Veuves d'ouvriers qui ont péri par accident	522	528	541	127,520 51	120,630 94	122,123 87
Parents d'ouvriers qui ont péri par accident	49	48	54	7,147 32	6,450 14	6,680 41
Ouvriers vieux et infirmes . .	905	825	840	111,165 67	76,838 47	76,485 80
Divers.	419	377	351	22,047 08	15,548 58	13,893 31
Pensions temporaires.						
Enfants, frères et sœurs et orphelins	1,139	1,079	1,004	58,900 60	50,865 80	48,088 92

Caisses de secours.

Les Sociétés affiliées continuent à alimenter exclusivement la Caisse de prévoyance et les Caisses particulières de secours.

Depuis le 15 septembre 1882 que la retenue sur les salaires est supprimée, l'alimentation des deux Caisses a coûté aux exploitants la somme de fr. 5,889,730-97.

Les dépenses des Caisses de secours ont été de fr. 468,287-27 pour l'année 1888; elles se décomposent comme suit :

Secours en argent . . . . fr.	232,467 76
Médicaments	75,365 08
Charbons	9,757 30
Vivres	112 35
Habillements	1,068 50
Frais d'entretien dans les hôpitaux	12,708 09
Dépenses diverses	41,779 02
Ensemble . . . fr.	375,258 10
Honoraires des médecins	95,029 17
Dépenses totales . . . fr.	468,287 27

Dans ce chiffre le service médical pour honoraires des médecins et médicaments entre pour fr. 170,394-25, soit fr. 4-98 par ouvrier affilié.

En 1887 ce service avait coûté fr. 156,805-27 ou fr. 4-60 par ouvrier.

Les honoraires des médecins sont demeurés de fr. 2-78 par ouvrier affilié et fr. 6-52 par ouvrier secouru contre fr. 6-69 pour l'année précédente.

Le tableau suivant résume les dépenses des Caisses particulières de secours :

ANNÉES.	DÉPENSES.			
	Honoraires des médecins.	Autres frais.	Ensemble.	Moyenne par ouvrier.
Moyenne de 1883 à 1887 .	104,772 11	349,862 18	454,634 29	13.02
1887	94,594 21	343,487 38	438,081 59	12.85
1888	95,029 17	373,258 10	468,287 27	13.68

L'ensemble des services des Caisses de prévoyance et de secours a nécessité une dépense de fr. 1,000,444-43. La part contributive des Sociétés se répartit comme suit :

A la Caisse de prévoyance . . . . . . fr.	434,700 87
Aux Caisses de secours.	468,287 27
Total. . . fr.	902,988 14

Ce qui correspond à fr. 26-39 par ouvrier.

En 1887, la part d'intervention avait été de fr. 24-36 par ouvrier.

§ 3. Caisse du Centre (1).

Aucune modification n'a été apportée pendant l'année 1888 au nombre des Sociétés affiliées à la Caisse du Centre, lesquelles restent, comme précédemment, à dix, savoir :

La Société des Charbonnages de Mariemont;
Id. id. Bascoup;
Id. id. Haine Saint-Pierre et La Hestre;
Id. id. Houssu;
Id. id. Sars-Longchamps et Bouvy;
Id. id. La Louvière et La Paix;
Id. id. Bois-du-Luc;
Id. id. Strépy-Braquegnies;
Id. id. Carnières-Sud et Viernoy;
Id. id. Havré.

Le nombre d'ouvriers occupés dans l'ensemble de leurs exploitations s'est élevé pendant le dernier exercice à 14,666, chiffre qui dépasse de 317 ou de 2.2 p. °/o celui de l'exercice antérieur.

Ces ouvriers ont fait, en 1888, 4,128,746 journées contre 3,921,605 en 1887.

Il résulte de la comparaison de ces chiffres, une majoration de 207,141 journées de travail en faveur de 1888. L'amélioration que nous constations déjà en 1887 dans l'activité du travail s'est donc maintenue et autorise des prévisions plus favorables encore dans l'avenir.

Cet heureux symptôme d'une reprise sérieuse des affaires est encore

(1) Rapporteur : M. J. Smeysters.

confirmé par le relèvement du salaire moyen de l'ouvrier qui, de fr. 859-42 qu'il avait atteint en 1887, a été porté à fr. 897-98 en 1888.

Cette augmentation de fr. 38-56 par tête, correspond à 4.47 p. °/₀ du salaire moyen de l'année antérieure.

Le prix moyen de la journée pour les ouvriers de toutes catégories s'est élevé à fr. 3-19 pour un nombre réel de journées atteignant 281. Les chiffres correspondants pour l'année 1887, étaient de 3 francs 145 et 273.

Les recettes de l'institution pour l'exercice 1888 se décomposent comme suit :

Retenue de fr. 0-75 p. °/₀ sur les salaires. . . . fr.	98,776 88
Subvention égale des exploitants	98,776 88
Subside de l'Etat	6,294 »
Id. la province	1,185 »
Intérêts des capitaux placés	29,153 17
Total des recettes. . . fr.	234,185 93

Les recettes de l'exercice précédent s'étaient élevées à fr. 222,940-95; on voit que celles de l'année écoulée accusent une majoration de fr. 11,244-98, soit de 5.04 p. °/₀, exclusivement due à l'augmentation des salaires.

Cette amélioration survenue dans l'état des recettes n'a pu suffire cette année encore, pas plus que l'année précédente, à contenir le flot montant des dépenses. Arrêtées au chiffre de fr. 255,513-95 en 1887, elles ont monté en 1888 à fr. 263,301-45, résultat qui consacre une majoration de dépenses de fr. 7,787-50 sur celles de l'exercice antérieur.

D'autre part, le montant des charges, qui s'élevait au 31 décembre 1887 à fr. 254,150-40 pour 1,696 personnes secourues ou pensionnées, a atteint, à l'époque correspondante de 1888, fr. 260,110-80 pour 1,728 bénéficiaires.

De là une majoration de fr. 5,960-50 relativement à l'année 1887.

Enfin, si l'on compare la situation du fonds de réserve aux deux époques précitées, on constate une nouvelle réduction de fr. 11,473-46 sur le chiffre de 1887 qui, pour le 31 décembre 1888, se trouve ramené de fr. 895,869-09 à 884,395-63.

L'ère des déficits n'est donc pas close, nonobstant l'amélioration évidente des ressources dont la Caisse du Centre dispose, mais, compara-

tivement à celui qu'accusait le bilan dressé pour 1887, le déficit qui prenait des proportions inquiétantes, a été réduit de près des deux tiers, et l'on a tout lieu d'espérer qu'il s'améliorera pour l'exercice en cours.

Le tableau suivant montre le mouvement du déficit depuis 1883, et permet d'apprécier la nécessité de soustraire les ressources de la Caisse aux malis qui s'y produisent d'une façon en quelque sorte chronique depuis 1883 et qui, en se multipliant, finiraient par compromettre l'existence même de l'institution.

ANNÉES.	MONTANT DU DÉFICIT.
1883	3,223 14
1884	9,521 12
1885	23,750 25
1886	31,818 27
1887	32,572 98
1888	11,473 46

Dans nos précédents rapports, nous avons, à diverses reprises, insisté sur l'urgence qu'il y avait de prendre des mesures pour parer aux conséquences de ces déficits répétés. Nous avons notamment préconisé la disjonction des deux catégories de bénéficiaires de la Caisse, par la création d'une institution spéciale destinée à secourir les ouvriers vieux et infirmes.

L'examen des comptes de l'exercice écoulé vient, une fois de plus, confirmer la tendance à l'extension des dépenses que nécessite cette catégorie de personnes secourues. Nous voyons, en effet, qu'il a été payé en 1888 pour ce service, 75,551 francs, soit 29 p. % du chiffre global des charges pour la même année.

En vue de remédier à cette situation, dont la Commission administrative de la Caisse du Centre elle-même apprécie toute la gravité, l'un des membres de cette dernière a récemment déposé un projet dont le but ne serait pas seulement de combler le déficit actuel, mais encore de donner plus d'extension au service des pensions d'ouvriers vieux, lesquelles seraient en quelque sorte généralisées. On obtiendrait ce résultat moyennant une majoration relativement minime des versements opérés par les exploitants, ainsi que des retenues faites sur les salaires.

Nous aurons à examiner, dans un prochain rapport, la portée pratique de ce projet, qui vient à son heure et qui est destiné peut-être à fournir une solution satisfaisante du problème social de l'assurance de l'ouvrier mineur.

Constatons, en finissant, que l'avoir de la Caisse en rente 3 p. °/₀ cotée au cours du jour, déduction faite des frais de réalisation, se trouve être, au 1er janvier 1889, de 906,996 francs, contre fr. 923,576-90 au 1er janvier 1888.

Caisses particulières de secours.

Les opérations de ces Caisses pendant l'exercice 1888 ont également laissé à désirer. Le total des recettes s'est élevé fr. 115,334-87, alors que le montant des sommes dépensées à titre de secours atteignait le chiffre de fr. 121,784-06. D'où un déficit de fr. 6,449-19.

Comme d'habitude, les exploitants ont pris à leur charge le paiement de la différence entre le montant des recettes et celui des dépenses, indépendamment des secours en nature qu'ils n'ont cessé de fournir à leurs ouvriers particulièrement nécessiteux.

Accidents.

L'année 1888 a donné, sous ce rapport, des résultats assez satisfaisants. Si le nombre des accidents a augmenté relativement à celui de l'exercice antérieur, par contre, ils ont eu moins de conséquences mortelles. C'est ce que fait ressortir le tableau ci-dessous, qui témoigne des efforts des exploitants du Centre pour diminuer les chances de danger auxquelles se trouvent exposés les ouvriers mineurs de ce groupe important.

ANNÉES.	Nombre d'ouvriers.	ACCIDENTS.		TUÉS.		BLESSÉS	
		Nombre.	Proportion par 1,000 ouvriers.	Nombre.	Proportion par 1,000 ouvriers	Nombre.	Proportion par 1,000 ouvriers.
1881	12,662	26	2.05	17	1.34	9	0.71
1882	12,893	27	2.10	13	1. »	14	1.09
1883	13,486	37	2.74	20	1.48	17	1.26
1884	14,123	22	1.56	14	0.99	8	0.57
1885	14,037	30	2.13	22	1.56	8	0.57
1886	13,882	13	0.94	4	0.28	9	0.65
1887	14,349	18	1.25	11	0.77	7	0.49
1888	14,666	21	1.43	8	0.54	13	0.89

§ 4. Caisse de Liége (1).

Le nombre des établissements affiliés à la Caisse de Liége, qui ont opéré des versements en 1888 n'a plus été que de 55; celui des charbonnages a été réduit à 48 par suite de la réunion des concessions de Trou-Souris et Houlleux, et de la liquidation complète de Trembleur. D'autre part, la mine métallique d'Angleur a cessé de verser, tandis que celle de Meuville à Rahier s'est affiliée, ce qui a maintenu le nombre des exploitations de cette catégorie à 7 (6 mines et 1 minière).

Ces établissements ont occupé, en 1888, 25,532 ouvriers auxquels ils ont payé 23,945,430 francs de salaires pour 7,721,412 journées de travail.

Ces chiffres diffèrent peu de ceux qui se rapportent au personnel de toutes les exploitations minières en activité dans la province. Le tableau suivant permet de comparer ces derniers aux chiffres correspondants des cinq années précédentes :

(1) Rapporteur : M. Timmerhans.

ANNÉES.	NOMBRE		MONTANT des SALAIRES.	SALAIRE MOYEN	
	d'ouvriers.	de journées.		par an.	par journée.
1883 . . .	24,827	7,715,131	25,620,394	998	3 32
1884 . . .	25,659	7,289,708	23,101,590	931	3 17
1885 . . .	24,506	7,140,920	21,504,480	877	3 01
1886 . . .	23,866	6,909,709	20,481,170	858	2 96
1887 . . .	24,422	7,356,161	22,002,380	901	2 99
Moyennes.	24,656	7,282,326	22,542,003	913	3 10
1888 . . .	25,765	7,790,141	24,126,890	936	3 09

Le nombre d'ouvriers a donc augmenté de 1,343 par rapport à 1887, tandis que les salaires payés se relevaient de 2,124,510 francs. Le gain annuel moyen de l'ouvrier a, par suite, haussé de 35 francs.

A. — Caisse commune de prévoyance.

I. — *Recettes et dépenses.*

Les recettes de la Caisse qui, grâce à une circonstance extraordinaire, avaient augmenté l'année précédente, ont subi, en 1888, une diminution de fr. 5,188-28. Mais si l'on ne tient pas compte des deux legs faits à la Caisse en 1887, et dont l'import s'élevait à 44,824 francs, on constate une augmentation de fr. 39,636-72 dans les recettes ordinaires qui, pour l'année 1888, se sont élevées à fr. 560,846-86.

Malheureusement, les dépenses n'ont pas cessé de croître, et comme leur chiffre total s'est élevé à fr. 593,658-08, les opérations de la Caisse se soldent encore en 1888 par un déficit important : fr. 32,811-22. L'avoir de la Caisse, de ce chef, subit une nouvelle réduction, qui l'a abaissé à fr. 1,612,369-49.

Cette situation provient, comme les années précédentes, de l'importance toujours croissante des secours accordés aux vieux ouvriers invalides, qui représentent plus de la moitié de la dépense totale. Elle appelle une réforme, déjà réclamée depuis plusieurs années, mais qui ne peut s'effectuer qu'après le vote de la loi annoncée sur l'organisation de l'assistance ouvrière.

Le tableau suivant permet, au surplus, de se rendre compte du mouvement financier de la Caisse pendant les six dernières années et d'apprécier l'urgence de la réforme que nous venons de signaler :

ANNÉES.	RECETTES.	DÉPENSES.	EXCÉDENT des recettes.	EXCÉDENT des dépenses.	AVOIR à la fin de l'année.
1883 .	530,538 21	506,742 68	25,795 53	»	1,819,925 61
1884 .	489,561 22	506,888 65	»	17,327 43	1,802,598 18
1885 .	461,060 13	515,928 22	»	54,868 09	1,747,730 09
1886 .	445,862 01	537.762 95	»	91,900 94	1,655,829 15
1887 .	573,211 14	583,859 58	»	10,648 44	1,645,180 71
Moyennes.	500,046 54	530,236 41	»	29,789 87	»
1888 .	560,846 86 (1)	593,658 08	»	32,811 22	1,612,369 49

II. — *Pensions et secours.*

Les trois tableaux suivants permettent également de comparer avec les résultats renseignés pour les cinq années antérieures, le nombre des personnes secourues, l'importance des sommes qui leur ont été distribuées, ainsi que la subdivision de celles-ci entre les diverses catégories de bénéficiaires :

(1) Cette somme se décompose comme suit :

Cotisations des exploitants à raison de 2 p. °/。 du montant des salaires payés aux ouvriers . . . . fr.	481,452 48
Subsides du Gouvernement et de la province	15,262 50
Intérêts des capitaux placés	64,032 88
Don d'un anonyme	99 00
Total. . . . fr.	560,846 68

ANNÉES.	NOMBRE des personnes secourues.	MONTANT DES PENSIONS ET SECOURS.	
		TOTAL.	Par personne.
1883	3,322	478,592 »	150 02
1884	3,311	499,017 90	150 72
1885	3,390	507,315 30	149 65
1886	3,547	528,356 97	143 32
1887	3,698	566,791 07	153 27
Moyennes . . .	3,453	516,014 65	149 40
1888	3,795	583,709 93	153 81

ANNÉES.	PENSIONS VIAGÈRES.		PENSIONS TEMPORAIRES.		SECOURS EXTRAORDINAIRES.	
	Nombre.	Montant.	Nombre.	Montant.	Nombre.	Montant.
1883 . .	1,239	215,360 »	545	39,425 »	1,538	244,167 »
1884 . .	1,248	216,766 90	524	37,722 »	1,539	244,529 »
1885 . .	1,242	213,368 30	513	36,573 »	1,635	257,374 »
1886 . .	1,266	214,536 97	476	33,406 »	1,805	280,414 »
1887 . .	1,283	221,206 79	450	32,122 44	1,965	313,461 84
Moyennes	1,256	216,247 79	502	35,849 69	1,696	267,989 17
1888 . .	1,319	226,706 28	424	30,138 81	2,052	326,864 84

DÉSIGNATION des PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE DE PERSONNES SECOURUI					
	1883	1884	1885	1886	1887	1883 à 1887 Moyenne.
Pensions viagères.						
Ouvriers mutilés	592	593	603	634	662	617
Veuves d'ouvriers qui ont péri par accident	569	563	544	539	526	548
Veuves d'ouvriers mutilés. . .	25	30	34	37	41	33
Vieux parents d'ouvriers tués. .	63	62	61	56	54	59
Pensions temporaires.						
Orphelins de père et de mère . .	9	6	9	9	12	9
Enfants de veuves	536	518	504	467	438	492
Secours extraordinaires.						
Vieux ouvriers infirmes . . .	1,508	1,517	1,600	1,788	1,931	1,669
Indemnités aux veuves remariées.	16	9	17	7	18	14
Pères et mères d'ouvriers qui ont péri par accident	14	13	18	10	16	14

L'examen de ces tableaux fait apercevoir les différences suivantes entre les deux derniers exercices :

1° Le nombre de personnes secourues a augmenté en 1888 de 97, soit de plus de 2 1/2 p. °/₀ ; en même temps la somme totale distribuée a augmenté de fr. 16,918-86. Il en résulte que la moyenne individuelle des secours est restée à peu près stationnaire (fr. 153-81 au lieu de 153-27) ;

2° Le nombre des pensions viagères s'est accru de 36 et la somme absorbée par leur service, de fr. 5,499-49 ; le nombre des pensions temporaires a, au contraire, subi une diminution de 26 et les paiements y afférents de fr. 1,983-63 ;

3° Le nombre des ouvriers infirmes ou invalides aidés par la Caisse s'est encore élevé ; il a passé de 1,965 à 2,052 ; les secours qui leur ont été

MONTANT DES SOMMES DISTRIBUÉES.						
1883	1884	1885	1886	1887	1883-1887 (moyenne)	1888
,384 »	109,745 90	110,522 30	114,423 97	120,796 09	112,974 45	126,629 26
,772 »	94,479 »	90,201 »	88,224 »	87,999 75	90,935 75	87,254 77
,322 »	2,826 »	3,160 »	3,367 »	3,987 23	3,132 45	4,202 90
,882 »	9,716 »	9,482 »	8,522 »	8,423 72	9,205 14	8,619 35
,087 »	720 »	1,080 »	1,100 »	1,440 »	1,085 »	1,200 »
,338 »	37,002 »	35,493 »	32,306 »	30,682 44	34,764 30	28,938 81
,272 »	241,204 »	252,749 »	278,139 »	308,251 84	263,923 17	321,634 84
,495 »	2,025 »	3,825 »	1,575 »	4,050 »	2,994 »	3,150 »
,400 »	1,300 »	1,800 »	700 »	1,160 »	1,272 »	2,080 »

accordés ont augmenté de fr. 313,461-84 à fr. 326,864-84 ; différence en plus : 13,403 francs.

La progression constante des charges que cette dernière catégorie de bénéficiaires impose à la Caisse s'est donc maintenue cette année encore; ces charges constituent actuellement près de 56 p. °/₀ des dépenses totales, tandis que si l'on remonte à 1881, la proportion n'atteignait que 48 p. °/₀. La nécessité n'en ressort que plus évidente de modifier sous ce rapport l'organisation actuelle de ces secours, que l'administration de la Caisse, loin de songer à réduire, accorde au contraire avec la plus légitime bienveillance.

B. — CAISSES PARTICULIÈRES DE SECOURS.

Le tableau suivant résume les opérations des Caisses particulières de

secours subdivisées, comme les années précédentes, en trois catégories :

1° Caisses alimentées exclusivement au moyen de retenues sur les salaires ;

2° Caisses dont les exploitants supportent seuls les dépenses ;

3° Caisses mixtes pourvues à la fois par les patrons et les ouvriers.

CATÉGORIE.	NOMBRE DE MINES.	OUVRIERS.		RECETTES		DÉPENSES				
						MONTANT DES SECOURS EN				
		NOMBRE.	SALAIRES.	RETENUES sur les salaires.	SUBVENTIONS des exploitants.	Argent.	Médicaments.	Charbon, pain, etc.	HONORAIRES des médecins.	TOTAUX.
a) Caisses alimentées exclusivement par des retenues sur les salaires	13	4,709	4,446,030	91,007	»	60,975	20,800	836	13,774	96,385
b) Caisses alimentées exclusivement à l'aide de subventions des exploitants .	25	15,053	14,543,140	»	286,746	163,519	63,753	20,536	42,649	290,457
c) Caisses mixtes	9	5,111	4,402,670	99,210	36,800	79,579	27,591	5,281	16,861	129,312
Totaux. . .	47	24,873	23,391,840	193,217	323,546	304,073	112,144	26,653	73,284	516,154
				516,763						
Mines sans caisse (1) . . .	5	401	353,550							
Mines dépendantes de groupes d'établissements pour lesquels il n'existe qu'une caisse commune ne subdivisant pas ses comptes . .	2	491	381,500							
Totaux. . .	54	25,765	24,126,890							

(1) Trois de ces mines sont affiliées à des Sociétés d'assurances auxquelles elles ont versé 5,930 francs retenus sur les salaires.

La dépense totale des Caisses de secours, telle que nous pouvons la renseigner, a dépassé de 8,013 francs celle de 1887, pour un personnel ouvrier supérieur de 1,343 à celui de la même année. La dépense moyenne par ouvrier est descendue de fr. 21-35 à fr. 20-03.

Les subventions des exploitants représentent 62 1/2 p. °/₀ des recettes totales.

§ 5. — Caisse de Namur (1).

Le rapport de la Commission administrative renseigne,

pour l'exercice 1888 une recette totale de . . . . fr.		41,960 40
et une dépense totale de		59,718 15
D'où un nouveau déficit de		17,757 75
En 1880, la réserve était de . . . . fr.	382,288 00	
De 1881 à 1884, elle descend à	363,607 00	
réduite de		18,681 00

soit une moyenne de fr. 4,670-75.

En 1885, elle descend à fr.	350,986,	réduite de . . fr.		12,621 00
En 1886,	id.	334,076,	id.	16,910 00
En 1887,	id.	314,178,	id.	19,898 00
En 1888,	id.	304,148,	id.	10,030 00

seulement, grâce à un bénéfice extraordinaire de fr. 7,728-11, réalisé par le remboursement d'obligations de l'emprunt belge 3 p. °/₀.

Soit, pour les huit années ci-dessus, un déficit total de fr. 78,140 00

Les relevés comparatifs suivants donnent, pour la période de huit années de 1881-1888, le détail des recettes et des dépenses.

(1) Rapporteur : M. Guinotte.

RECETTES.

ANNÉES.	VERSEMENTS des ouvriers.	VERSEMENTS des propriétaires.	INTÉRÊTS des CAPITAUX	SUBSIDES de l'État.	SUBSIDES de la province.	TOTAUX.
1881 . . .	19,924	19,668	15,603	1,291	250	56,736
1882 . . .	18,359	18,359	15,347	1,349	400	53,814
1883 . . .	19,050	19,050	15,197	1,330	550	55,177
1884 . . .	18,189	18,189	14,936	1,372	550	53,236
1885 . . .	16,712	16,712	14,903	1,358	550	50,235
1886 . . .	13,765	13,766	14,700	1,387	550	44,168
1887 . . .	12,864	12,864	12,556	1,166	550	40,000
1888 . . .	14,467	14,468	11,319	1,126	550	41.960

DÉPENSES.

ANNÉES.	PENSIONS ET SECOURS.	FRAIS D'ADMINISTRATION.	TOTAUX.
1881	59,740	2,136	61,876
1882	56,097	2,022	58,119
1883	57,790	2,461	60,251
1884	55,281	2,118	57,399
1885	60,655	2,199	62,854
1886	58,830	2,249	61,079
1887	57,716	2,182	59,898
1888	57,370	2,318	59,718

Ouvriers associés, recettes et paiements par genre d'associés en 1888.

	OUVRIERS.	SOMMES reçues.	SOMMES payées.
Dans 11 charbonnages	1,946	24,114	30,343 45
Dans 2 mines métalliques	6	93	2,809 »
Dans 3 mines libres	307	3,909	22,963 50
Dans les carrières	»	»	540 »
Dans 6 exploitations de terres plastiques et usines minéralurgiques . . .	113	819	714 »
	2,372	28,935	57,369 95

Conformément à nos prévisions, les recettes ont légèrement augmenté et cette amélioration s'accentuera sans doute pour l'exercice suivant (1). Les dépenses sont restées sensiblement les mêmes. L'amélioration est insuffisante pour que nos conclusions diffèrent de celles de l'an passé. Alors même que l'équilibre entre les dépenses et les recettes se rétablirait, ce qui reste très douteux, le danger d'une réserve insuffisante persisterait.

CAISSES PARTICULIÈRES.

Les recettes se sont élevées à . . . . fr.		24,563 74
dont . . . . fr.	17,549 07	
provenant de retenues sur les salaires,		
et	7,014 67	
sommes versées par les exploitants.		
Les dépenses ont été de . . . . fr.		23,003 84
dont . . . . fr.	13,715 33	
pour secours en argent,		
et	8,490 26	
pour secours en médicaments,		
et	798 25	
pour secours en charbons, pains, etc.		
Excédent des recettes sur les dépenses. . . fr.		1,559 90

Pour les Caisses particulières, il y a également un peu d'amélioration, mais, comme les années précédentes, la Commission administrative termine son rapport en disant :

« Ces renseignements ne sont qu'approximatifs, car certains exploitants ne nous ont pas retourné leurs tableaux et d'autres les donnent plus ou moins justes.

« La mise en vigueur du nouveau règlement nous permettra de mettre fin à cet état de choses. »

(1) L'augmentation des recettes provenant des versements des ouvriers et des propriétaires a compensé et au delà, par rapport à l'année précédente, la nouvelle diminution des intérêts des capitaux. Cela est dû à un accroissement notable du nombre d'ouvriers affiliés :

En 1884, il était de 3,030.
1885, id. 2,769.
1886, id. 2,027.
1887, id. 2,089.
1888, il est de 2,372.

§ 6. Caisse du Luxembourg (1).

A. — *Caisse commune de prévoyance.*

Le rapport de la Caisse du Luxembourg pour 1888 renseigne que les recettes de cet exercice se sont élevées à . . . . . fr. 6,183 30
Et les dépenses à. 8,623 35

Comportant un mali de. . . . . fr. 2,440 05

Les recettes ont baissé en 1888 de fr. 730-36 à cause d'une diminution dans le nombre des ouvriers (569 au lieu de 689).

Les dépenses sont aussi diminuées de fr. 398-40 sur 1887.

La réserve de la Caisse n'était plus, au 31 décembre 1888, que de fr. 24,606-82 au lieu de fr. 27,046-87 en 1887.

Au risque de paraître oiseux, nous croyons devoir engager, une fois de plus, la Caisse du Luxembourg à prendre des mesures pour sauvegarder sa situation.

Le nombre des établissements associés était, à la fin de 1888, de 12, divisés en 16 exploitations, qui ont employé en moyenne 569 ouvriers. Ceux-ci ont fourni ensemble 153,630 journées de travail et reçu un salaire total de fr. 366,420-81, correspondant pour chacun d'eux à fr. 819-72 ou fr. 3-03 par jour.

Le tableau ci-après donne la comparaison de ces renseignements pour les cinq dernières années :

ANNÉES.	NOMBRE		MONTANT des SALAIRES.	SALAIRE MOYEN	
	d'ouvriers.	de journées.		par an.	par jour.
1884 . . .	870	234,900	740,612 »	851 27	3 15
1885 . . .	832	226,530	632,944 »	760 67	2 81
1886 . . .	741	200,070	558,115 »	753 19	2 79
1887 . . .	689	186,030	524,895 »	761 82	2 82
1888 . . .	569	153,630	366,420 »	819 72	3 03

(1) Rapporteur : M. Laporte

Les recettes de l'année se décomposent comme suit :

Retenues sur les salaires des ouvriers	fr.	2,328 28
Cotisations des exploitants		2,328 28
Subside de l'Etat		256 74
Id. de la province		250 »
Rente sur l'Etat et intérêts sur dépôts à la Banque .		1,020 »
Total. . .	fr.	6,183 30

Le tableau suivant établit la comparaison des recettes des cinq dernières années :

NATURE DES RECETTES.	ANNÉES				
	1888	1887	1886	1885	1884
Retenue et cotisation de 1 p. °/o sur le salaire . .	4,656 56	5,247 72	5,577 69	6,328 96	7,406 40
Subsides de l'Etat et de la province . .	506 74	522 90	546 73	522 17	502 40
Rentes sur l'Etat, intérêts.	1,020 »	1,143 04	1,133 80	1,214 56	1,281 03
Totaux . .	6,183 30	6,913 66	7,258 22	8,065 69	9,189 83

Les dépenses de 1888, en pensions et secours, ont été appliquées comme suit :

37	ouvriers incapables de travailler . . .	fr.	4,664 »
17	veuves d'ouvriers		2,078 10
4	parents d'ouvriers		213 75
3	ouvriers vieux et infirmes		162 50
15	enfants		370 »
8	secours		480 »
84		Fr.	8,168 35

Dans le tableau qui suit figurent les dépenses totales des cinq dernières années :

ANNÉES.	PENSIONS ET SECOURS.	FRAIS D'ADMINISTRATION.	DÉPENSES TOTALES.
1884.	7,422 20	461 »	7,883 20
1885.	8,658 60	467 50	9,126 10
1886.	8,513 75	455 »	8,968 75
1887.	8,552 25	469 50	9,021 75
1888.	8,168 35	455 »	8,623 35

Voici la comparaison des recettes et des dépenses de ces mêmes années :

ANNÉES	RECETTES.	DÉPENSES.	BONI.	MALI.
1884	9,189 83	7,883 20	1,306 63	»
1885	8,065 69	9,126 10	»	1,060 41
1886	7,258 22	8,968 75	»	1,710 53
1887	6,913 66	9,021 75	»	2,108 09
1888	6,183 30	8,623 35	»	2,440 05

Les charges de l'Association étaient, au 1er janvier 1889, savoir :

Pensions acquises, déduction faite des secours temporaires et des extinctions de l'année . . . . fr. 7,720
Frais d'administration 455

Total. . . fr. 8,175

A cette somme s'ajouteront les pensions et les secours de l'exercice courant. D'autre part, les extinctions viendront en déduction.
Les charges étaient, au 1er janvier 1888, de . . . . fr. 8,235
Soit en moins pour 1889 60

B. — *Caisses particulières de secours.*

Le tableau ci-après donne le mouvement de ces Caisses pendant les cinq dernières années :

ANNÉES.	RECETTES.	DÉPENSES.
1884	10,300 24	10,799 65
1885	9,246 12	11,395 83
1886	7,976 52	8,653 88
1887	7,198 06	9,716 41
1888	4,390 94	4,288 67

Les recettes ainsi que les dépenses ont été inférieures à celles de l'exercice précédent.

Il y a eu, en 1888, 3 victimes d'accidents : 1 ouvrier tué et 2 blessés.

Approuvé par la Commission permanente des Caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs.

Bruxelles, 30 avril 1890.

L'Ingénieur principal
des mines,
Membre Secrétaire,
Henri WITMEUR.

Le Directeur général
des mines,
Président,
G. ARNOULD.

II. — Machines a vapeur. — Accidents en 1889.

En exécution de l'article 65 de l'arrêté royal du 28 mai 1884, le Ministre de l'agriculture, de l'industrie et des travaux publics fait connaître qu'il est arrivé, pendant l'année 1889, sept accidents aux appareils à vapeur.

Le tableau ci-après indique les causes reconnues ou présumées et les effets de ces accidents.

MACHINES A VAPEUR. — Accidents

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE de L'ACCIDENT.	*A*. Nature et situation de l'établissement où l'appareil était placé, *B*. Noms des propriétaires de l'appareil ; *C*. Noms des constructeurs id.; *D*. Date de la mise en service. — Nom du fabricant des tôles.	NATURE, FORME ET DESTINATION DE L'APPAREIL. **Détails divers.**
1	14 janvier 1889.	*A*. Fabrique de glaces, à Moustier. *B*. Société anonyme de la fabrique de glaces de Moustier-sur-Sambre. *C*. De Naeyer et Cie, à Willebroeck. *D*. Société des forges et tôleries liégeoises, à Jemeppe-sur-Meuse.	La chaudière, du système De Naeyer, se composait d'un faisceau de 144 tubes de 3m,50 de long et 0m,12 de diamètre, surmonté d'un réservoir à vapeur de 4m,10 de long et 1 mètre de diamètre. Timbrée à 10 atmosphères; elle avait été mise en usage en 1884 et fournissait, conjointement avec d'autres générateurs, la vapeur à deux machines de 400 chevaux chacune.
2	15 février 1889.	*A*. L'usine sert de magasins à pétrole. La chaudière se trouve placée dans un bâtiment isolé, éloigné des magasins. L'établissement est situé au n° 57 du bassin America, à Anvers. *B*. M. Lambert de Rotschild (Société hollando-belge des pétroles) *C*. Constructeur de la chaudière : Gausset et Cie, à Jumet. *D*. La chaudière fonctionnait depuis le mois d'août 1888.	La chaudière, du système multitubulaire dit : Walther (variante du Root, etc.) Timbrée à 8 atmosphères, 53 mètres carrés de surface de chauffe et 28 tubes de 4m,655 de longueur sur 0m,127 de diamètre. Elle sert à fournir à distance la vapeur nécessaire au déchargement des navires de pétrole.
3	29 juillet 1889.	*A*. Halle des laminoirs de la Société anonyme des hauts-fourneaux de Monceau-sur-Sambre. *B*. Société anonyme des hauts fourneaux de Monceau-sur-Sambre. *C*. Société anonyme des hauts fourneaux de Monceau-sur-Sambre.	Un corps principal cylindrique vertical 13 mètres de hauteur, 1m,60 de diamètre; tôles de fer de 12 m/m. Un tube intérieur cylindrique est concentrique au corps principal. Ce tube, d'une longueur totale de 13 mètres, est constitué de neuf viroles ayant chacune 1m,50 de hauteur : 0m.668 de diamètre et 0m,012 d'épaisseur, les deux viroles inférieures ; 0m,668 de diamètre et 0m,008 d'épais-

survenus pendant l'année 1889.

EXPLOSION.		
CIRCONSTANCES.	SUITES.	CAUSE PRÉSUMÉE.
L'accident a été provoqué par la déchirure subite, suivant la soudure, de l'un des tubes de la rangée inférieure ; les extrémités du tube furent délogées des boites en fonte dans lesquelles elles sont encastrées. Pendant la semaine qui a précédé l'accident, la chaudière avait été démontée ; les tubes de la partie inférieure avaient été reportés dans la partie supérieure et réciproquement. Ce travail avait été exécuté par les agents du constructeur, M. De Naeyer, à Willebroeck.	L'eau chaude et la vapeur firent irruption par la déchirure ; deux ouvriers furent atteints mortellement et deux autres assez grièvement brûlés.	Défaut de soudure du tube qui s'est déchiré suivant la génératrice.
Vers 3 heures et demie de l'après-midi, un tube du faisceau tubulaire s'est déchiré sur environ 0m,50 de longueur. La chaudière s'est vidée, l'eau et la vapeur balayant le feu du fourneau. A part le déchirement des maçonneries d'enveloppe, il n'y a pas eu de dégâts matériels. La pression de la vapeur, accusée peu avant l'explosion, était de 7 atmosphères.	Un ouvrier de l'usine qui passait accidentellement devant la chaudière, a été brûlé à la figure. Il a été guéri peu de jours après.	Le tube en question se trouvait en plein dans la chambre à eau de la chaudière. La cause de la rupture n'a pu être déterminée.
C'était un lundi et l'usine avait chômé la veille. La chaudière était sous pression ; mais la communication avec les machines ayant été fermée pour permettre la réparation d'un joint de la tuyauterie, la vapeur produite n'avait d'autre issue que par les soupapes de sûreté, dont la charge avait été diminuée par	Cinq ouvriers puddleurs ont été brûlés par la vapeur et l'eau bouillante. L'un d'eux, qui ne se trouvait pas à son four au moment de l'explosion, n'a été que légèrement atteint. Des quatre autres qui étaient occupés à leurs fours, deux sont morts. Les dégâts matériels ont été peu	Les causes de l'accident n'ont pas pu être déterminées avec certitude, mais il est présumable que, pendant l'espace de temps qui s'est écoulé entre la fermeture des soupapes de prise de vapeur et l'explosion, il y a eu surélévation de la pression ayant produit l'aplatissement du tube intérieur,

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE de L'EXPLOSION.	*A.* Nature et situation de l'établissement ou l'appareil était placé ; *B.* Nom du propriétaire de l'appareil ; *C.* Nom du constructeur, id. *D.* Date de la mise en service. — Nom du fabricant des tôles.	NATURE FORME ET DESTINATION DE L'APPAREIL. **Détails divers.**
			seur, les cinq viroles suivantes; 0m.750 de diamètre et 0m,012 d'épaisseur, les deux viroles supérieures. Pression du timbre 3 1/2 atmosphères. Chauffé par les flammes perdues des fours à puddler.
4	21 août 1889.	*A.* Charbonnage d'Auvelais-Saint Roch, à Auvelais. *B.* Société charbonnière d'Auvelais-Saint-Roch. *C.* Cornil-Libotte, à Gilly. *D.* ? (Construite avant 1884.)	Chaudière horizontale, cylindrique, à bouts hemisphériques, fournissant, avec d'autres générateurs, la vapeur aux machines du puits nº 2 du charbonnage. Timbrée à 3 1/2 atmosphères, elle avait 15 mètres de longueur et 1m,40 de diamètre, avec dôme de 0m,90 de hauteur et 0m,80 de diamètre. L'épaisseur de ses tôles variait de 11 m/m à 12 m/m. Mise en usage le 29 novembre 1872, elle avait subi des réparations au foyer en 1885 et en 1886.

EXPLOSION.

CIRCONSTANCES.	SUITES.	CAUSE PRÉSUMÉE.
rapprochement des contre-ds. Le travail venait de commencer fours accouplés à la chaudière, que, vers 5 heures du matin, tube intérieur a cédé. Les cinq oles du milieu se sont aplaties se déchirant en divers endroits. deux viroles inférieures et les x viroles supérieures sont res-cylindriques ou se sont peu rmées et il y a eu arrachage la tôle aux deux extrémités de artie écrasée. On ne sait quelle était la pres-aux chaudières, qui n'étaient pourvues de manomètres. nt l'arrêt, elle était aux ma-es de 2 à 2 1/2 atmosphères. L'eau, d'après la position des x des flotteurs, ne faisait pas ut.	importants et limités aux fours qui chauffaient le générateur détruit. Les maçonneries des rampants, aboutissant au générateur, ont été démolies. Les briques ont été projetées aux alentours, en brisant quelques chevrons et quelques tuiles de la toiture, ainsi que des volets de la halle, mais sans frapper personne. Des taques de fonte et autres matériaux pesants ont été déplacés ou même lancés à une certaine distance.	dont les tôles n'étaient pas protégées contre la déformation par des pièces de renfort.
ne déchirure de 0m,90 sur s'est produite dans le flanc de la deuxième tôle infé-du coup de feu. réaction a soulevé oblique-le générateur de 0m,50 envi-vers la gauche et les maçon-des deux chaudières voisines été renversées. a reconnu, après l'accident, la tôle du coup de feu avait portée au rouge et brûlée. le grattage extérieur, elle it tomber des paillettes bleues de de fer magnétique. tube indicateur du niveau était bouché à sa partie ieure et ne fonctionnait pas. de sa visite annuelle du let 1889, l'ingénieur avait é que les flotteurs et les d'alarme étaient en mau-is.	Un ouvrier atteint de brûlures insignifiantes et des dégâts matériels.	Abaissement de l'eau en-dessous de la surface normale dans le générateur.

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE de L'EXPLOSION.	*A*. Nature et situation de l'établissement où l'appareil était placé; *B*. Nom du propriétaire de l'appareil; *C*. Nom du constructeur, id. *D*. Date de la mise en service. — Nom du fabricant des tôles.	NATURE, FORME ET DESTINATION DE L'APPAREIL. **Détails divers.**
5	22 août 1889.	*A*. Siège Saint-Gilles de la Société anonyme des charbonnages de La Haye, à Liége. *B*. Société anonyme des charbonnages de La Haye, à Liége. *C*. Ch. Marcellis, à Liége, pour la chaudière. Renson, à Grâce-Berleur, pour les tubes. *D*. La tôle qui s'est déchirée provenait des établissements de la Société anonyme de Grivegnée.	Chaudière cylindrique horizontale de 12 mètres de longueur et de 1m,30 de diamètre, à bouts bombés, en tôles de fer de 11 et 12 m/m; munie de deux tubes réchauffeurs ayant chacun 9m,90 de long et 0m,70 de diamètre, en tôles de fer de 10 m/m. Timbre : 4 atmosphères. Appareil établi en 1863; les tubes avaient été remplacés en 1885 par des tubes neufs. A cette époque, il fut également placé une nouvelle tôle en fer no 3, de 2m,25 de long, 1m,30 de large et 11 m/m d'épaisseur, courbée de façon que le sens du laminage était parallèle aux génératrices du cylindre et réunissant les deux viroles d'avant.
6	29 août 1889.	*A*. Filature de laine, à Dinant. *B*. Albert Oudin et Cie, à Dinant. *C*. Gilain, à Tirlemont. *D*. Société anonyme de Couillet	Chaudière cylindrique, à bouts bombés, à trois tubes bouilleurs, fournissant, avec deux autres générateurs, la vapeur aux machines motrices de la filature. Timbrée à 5 atmosphères. Les appareils de sûreté étaient en bon état ainsi que les appareils d'alimentation. La visite des générateurs avait été faite par les agents de la société pour la surveillance des appareils à vapeur.
7	21 nov. 1889.	*A*. Puits no 11 (Crachet du charbonnage du Levant du Fléau, à Frameries).	Chaudière cylindrique, horizontale, simple, à bouts hémisphériques de 15m,40 de longueur, de 1m,40 de diamètre, timbrée à

EXPLOSION.

CIRCONSTANCES.	SUITES.	CAUSE PRÉSUMÉE.
..a longue tôle de chauffe s'est ..rée à peu près suivant une ..atrice située à quelque dis... au dessus du fond de la ..dière et s'est developpée vers ..érieur. Les deux viroles ..t se sont séparées de la troi..e, suivant une section trans..le correspondant à peu près .. rivure, et ont été projetées .. le haut et en avant à $1^m,80$ ..uteur et 15 mètres de dis... Le feu de la chaudière était ..ine activité; l'appareil avait ..limenté dix minutes aupara... et le tube indicateur indi..it une hauteur d'eau suffisante. ..manomètre marquait 3 1/4 .. 1/2 atmosphères.	Aucune lésion aux personnes: Dégâts matériels peu importants.	Défaut de soudure de la tôle qui s'est fendue; mode défectueux de cintrage qui faisait supporter à la tôle l'effort le plus grand dans le sens de sa moindre résistance. Le manque de liaison des feuillets, notamment, a dû leur permettre de se dilater inégalement, de se brûler et de se fissurer successivement, de l'extérieur vers l'intérieur, sous l'action de la haute température que la tôle subissait.
..e déchirure de $1^m,17$ d'éten.. et de 25 $^m/_m$ d'ouverture ..mum se produisit le long de ..gne de matage longitudinale ..oite à $0^m,73$ du fond d'arrière .. la tôle supérieure du tube ..eur du milieu. L'eau et la ..r s'échappèrent avec violence .. cette ouverture et renversè.. le chauffeur Lejeune qui fut ..t mortellement. ..a voûte située au-dessus du ..tre sautait un instant après .. vapeur s'élançant par cette ..e empêchait tout accès aux ..reils de sûreté et à la vanne ..aration de la conduite de ..ur. Cette circonstance permit .. vapeur de la chaudière voi..e de s'échapper par la déchirure ..ite.	Au moment où la vapeur s'échappait par la porte du foyer, le chauffeur Lejeune, Florent, était en face de la chaudière voisine dont il venait de nettoyer la grille: il fut projeté à une certaine distance et retrouvé sans vie derrière le tas de charbon placé devant la chaudière.	1° Insuffisance de malléabilité de la tôle à l'endroit de la fente; 2° Rapprochement trop grand des tubes bouilleurs ne permettant pas la visite extérieure complète, particulièrement à l'endroit des lignes de matage longitudinales.
..chaudière marchait depuis .. jours, elle devait être mise .. dans quelques heures. La	Le chauffeur était occupé au graissage du ventilateur au moment de l'explosion; son aide, qui se	L'alimentation se faisait vers l'extrémité de la cinquième virole et à $0^m,15$ seulement du

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE de L'EXPLOSION.	*A*. Nature et situation de l'établissement où l'appareil était placé ; *B*. Nom du propriétaire de l'appareil ; *C*. Nom du constructeur id. *D*. Date de la mise en service. — Nom du fabricant des tôles.	NATURE, FORME ET DESTINATION DE L'APPAREIL. **Détails divers.**
		B. Société anonyme des charbonnages du Levant du Flénu. *C*. Atelier de la Société anonyme des produits, à Flénu. *D*. L'installation et la mise en service ont été autorisées en 1862. L'augmentation de pression a été également autorisée.	4 atmosphères. Elle faisait partie d'un groupe de cinq générateurs dont trois marchaient simultanément pour fournir la vapeur à un ventilateur Guibal d'une force de 120 chevaux. A l'origine, cette chaudière était munie d'un tube réchauffeur et le taux du timbre était de 3 1/2 atmosphères. En 1878, elle avait été réparée chez MM. François Lecomte et Cie, à Jemappes, qui avaient supprimé le tube réchauffeur et remplacé les cinq premières viroles, à partir du foyer, par des plus longues que les anciennes. Après cette réparation, le taux du timbre avait été porté à 4 atmosphères. La chaudière ainsi transformée se composait de treize viroles, dont cinq de $1^m,225$ de longueur remplacées par MM. Lecomte et huit anciennes de $0^m,995$. Les tôles primitives avaient une épaisseur de 10,1 $^m/_m$. Les tôles des nouvelles viroles, provenant des laminoirs de MM. Delexhy Géradon, à Jemeppe-sur-Meuse, avaient 12 $^m/_m$. Le 9 janvier 1888, une crevasse s'étant formée à la ligne de rivets qui réunissait les deux premières tôles à feu, on procéda au remplacement de ces tôles. La réparation fut effectuée sur place par MM. Cammaert frères, constructeurs à Quaregnon. Les tôles remises provenaient des laminoirs de Couillet et avaient une épaisseur de 13 $^m/_m$. La chaudière avait subi la visite annuelle prescrite par l'art. 51 du règlement, le 24 février 1889, et avait été trouvée en état de fonctionner sans danger pendant un an.

Le tuyau d'alimentation descendait verticalement jusqu'à $0^m,15$ de distance de la partie inférieure de la cinquième virole. L'eau d'alimentation avait une température de 40 à 45 degrés et la pompe donnait 78 litres par minute.

La chaudière était chauffée à flamme directe; le foyer avait $2^m,75$ de longueur sur $1^m,50$ de largeur; la distance de la grille à la tôle était de $0^m,62$. La voûte des carneaux s'élevait à $0^m,20$ en dessous des rivures longitudinales; la surface de chauffe était de 28 mètres carrés.

EXPLOSION.

CIRCONSTANCES.	SUITES.	CAUSE PRÉSUMÉE.
pompe fonctionnait depuis vingt-cinq minutes et l'eau atteignait le milieu du tube indicateur. Le manomètre marquait 3 3/4 atmosphères. Le feu marchait plus activement depuis une heure environ. La chaudière s'est divisée en trois parties : la première virole a été arrachée et lancée au dessus du bâtiment d'extraction haut de 19 mètres, sur lequel elle est retombée en effondrant une grande partie de la toiture. Le fond hémisphérique d'avant a été projeté à 60 mètres de distance sur le mur du dommage. Le tronçon, resté dans les masses et formé de douze viroles et du fond postérieur, a reculé de $8^{m},50$ en se soulevant vers l'arrière; il est venu buter contre la cheminée qui a légèrement défoncé la calotte hémisphérique. La première virole, lancée sur le bâtiment d'extraction, s'est ouverte dans la tôle à feu suivant la génératrice inférieure, passant par l'axe du trou de vidange de $35\ ^{m}/_{m}$ de diamètre qui était bouché par un tampon en fer. Elle s'est déchirée à l'arrière suivant la rivure circulaire qui la reliait à la seconde virole; à l'avant, la déchirure s'est faite en pleine tôle sur presque toute sa longueur en se propageant dans les girons du fond hémisphérique. La tôle à feu de cette première virole, qui avait été remplacée en 1888, présentait une épaisseur de 11 à $12\ ^{m}/_{m}$ le long de la déchirure longitudinale et de 12.5 à $13\ ^{m}/_{m}$ en pleine tôle. La texture de cette tôle dans les déchirures et principalement dans la cassure passant par le trou de vidange, avait un aspect défavorable. La tôle paraissait sèche, mal soudée et ne présentait aucune trace de nerf. Les autres tôles semblaient mieux soudées et plus nerveuses.	trouvait dans la halle des fourneaux, a eu le temps de fuir. Deux ouvriers occupés au déchargement d'un wagon de chauffours en face du trou à charbon furent atteints par un flot d'eau bouillante; l'un d'eux succomba le surlendemain aux suites de ses brûlures. Le massif de maçonnerie des chaudières a été démoli en grande partie. Les conduites de vapeur, ainsi que les tuyaux d'alimentation, ont été brisés et le réservoir de vapeur déplacé. L'explosion a été accompagnée d'une projection considérable d'eau et de débris de tuiles et de briques qui s'est faite suivant l'axe de la chaudière et qui s'est étendue sur une distance de plus de 150 mètres.	fond de la chaudière, devait amener, pendant le fonctionnement de la pompe, la formation d'une nappe d'eau froide sur les tôles les plus chauffées habituellement. Il devait donc en résulter des périodes de dilatation et d'autres périodes de contraction qui pouvaient amener la rupture d'une des tôles les plus chauffées, d'autant plus que les tôles à feu étaient sèches et fort impropres à se prêter à des efforts répétés de dilatation et de contraction. A la suite d'essais faits au banc d'épreuve, il a été reconnu que la tôle du foyer présentait relativement peu de ductilité et de ténacité. Le coëfficient de sûreté était néanmoins supérieur à celui exigé par l'art. 35 du règlement. La déchirure qui s'est produite à la rivure des tôles peut être également attribuée à l'emploi de tôles $13\ ^{m}/_{m}$ d'épaisseur qui ont été substituées aux tôles du foyer, tandis que les autres tôles des viroles correspondantes n'ont que $12\ ^{m}/_{m}$ et celles des viroles anciennes $10.1\ ^{m}/_{m}$ seulement. Dans ces conditions, les efforts produits par la dilatation des tôles ne sont pas les mêmes pour les tôles d'épaisseurs différentes et les rivures en souffrent. Cette circonstance a pu être aggravée par des différences, mêmes légères, dans le diamètre et dans la concordance des trous des rivets, lors du placement des tôles nouvelles.

L'EXPLOITATION

DE LA

COUCHE « TEN YARDS » OU « THICK COAL »

(SOUTH-STAFFORDSHIRE)

NOTES DE VOYAGE

PAR

LÉON DEMARET,

INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES,
DOCTEUR EN SCIENCES,
INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN SORTI DE L'INSTITUT MONTEFIORE.

Les pages qui suivent sont des notes recueillies durant un voyage que j'ai fait dans le bassin du South-Staffordshire, dans le but d'étudier l'exploitation, si peu connue sur le continent, de la couche « Ten yards » ou « Thick coal ».

M. Herbert W. Hughes, F. G. S., ingénieur sorti de l'école des mines de Londres, directeur du charbonnage de Coneygre à Rowley, qui a fait depuis longtemps une étude particulière de l'exploitation de cette couche, m'a fourni de nombreux renseignements; je tiens à le remercier ici de son obligeance.

Je dois aussi des remerciements à M. Tylden Right, Directeur général des mines et usines du comte de Dudley qui m'a autorisé à visiter plusieurs de ses puits.

J'ai fait précéder la description des méthodes

d'exploitation de la fameuse couche, de quelques considérations sur la géologie du Staffordshire; en terminant, j'explique le fonctionnement de la commission instituée par le Parlement pour organiser l'exhaure général des eaux du bassin; je donne ensuite quelques renseignements relatifs à la production et aux accidents du district en 1888, et la traduction du Règlement d'ordre intérieur commun à tous les charbonnages de ce bassin.

Notice géologique sur le Staffordshire.

Le fond du bassin houiller est constitué par les schistes, les calcaires et les quartzites du *Silurien* supérieur; ces roches affleurent en plusieurs points; la plupart des calcaires sont exploités à ciel ouvert ou par puits, soit pour la fabrication de la chaux pour les usages de la construction ou de l'agriculture, soit pour servir de fondant au minerai de fer dans le haut-fourneau; pour ce dernier usage, leur teneur en phosphore faible du reste, les fait rechercher pour la fabrication de la fonte Thomas.

L'étage inférieur du *houiller* (Yoredale Rocks, and Millstone grit) est constitué par des schistes et des grès.

Par dessus se trouvent les alternances des couches de charbon et des couches de schistes et de grès, qui composent, comme partout, le terrain houiller; il faut ajouter ici la présence de couches de minerai de fer, qui constituent le quarantième de la formation houillère, et de couches de schistes réfractaires.

On distingue quatre petits bassins séparés, dont l'un des principaux est celui du South-Staffordshire.

Dans ce dernier bassin houiller, les couches exploitables sont en commençant par le fond :

a)	la couche	Bottom Coal,	puissance moyenne,	$1^m,80$
b)	id.	Fire Clay Coal	id.	$1^m,50$
c)	id.	New Mine	id.	$1^m,80$
d)	id.	Sulphur Coal	id.	$0^m,90$
e)	id.	Heathen Coal	id.	$1^m,50$
f)	id.	Thick Coal on Ten yards	id.	$9^m,00$
g)	id.	Brooch Coal	id.	$1^m,20$

La couche Ten yards est composée de dix à quatorze laies, bien définies, qui, au sud de Dudley, reposent directement l'une sur l'autre, et forment une couche unique, d'une puissance sans égale en Angleterre.

Vers le nord et vers l'ouest du bassin, les laies se séparent en des couches différentes entre lesquelles s'intercalent des lits de schistes et de grès.

Dans la formation carbonifère, on rencontre, ainsi que nous l'avons dit, plusieurs couches de minerai de fer carbonaté à gangue argileuse, qui, généralement, se trouvent à quelques mètres en dessous des principales couches de houille.

On exploite également quelques couches de schistes pour la fabrication de produits réfractaires ; la principale se trouve à 14 mètres en dessous de la couche Ten yards.

La formation houillère a été soulevée en différents points par des *roches volcaniques*, qui forment plusieurs montagnes de melaphyre, basalte ou dolérite; ces roches sont exploitées pour la confection de pavés.

Un point intéressant est celui-ci : on a cru longtemps que l'une de ces montagnes, celle de Rowley, était en basalte massif; cependant, un puits (n° 27 du charbonnage de Coneygre) foncé à travers cette masse volcanique, qu'il a traversée sur 61 mètres de hauteur, a recoupé la couche Ten yards, vers 200 mètres de profondeur. La couche est à présent en

exploitation, et comme dans toute une région de la mine le charbon est cokéfié et très dérangé, il faut en conclure que l'on se trouve là en présence d'une des trouées que les laves en fusion ont dû se faire pour arriver à affleurer. Dans ce puits, cependant, les travaux n'ont pas été poussés jusqu'au basalte; ils circonscrivent simplement une région où le charbon est altéré.

Il est, du reste, assez fréquent, comme je l'ai constaté moi-même, de rencontrer des injections restreintes de basalte dans la couche Ten yards; ces injections n'ont pas toujours dépassé le toit de la couche, dans laquelle elles se sont arrêtées.

La *formation permienne* recouvre le houiller; elle est constituée par des grès rouges, des conglomérats et des brèches; elle apparaît à l'est et à l'ouest des deux grandes failles qui ont été longtemps considérées comme les limites dans ces deux directions, du bassin houiller du South-Staffordshire. On croyait, en effet, que par suite du relèvement des terrains à l'est de la faille orientale, le houiller avait été enlevé; mais des travaux de recherche ont fait découvrir sous le permien les couches du South-Staffordshire; c'est à l'est de cette faille que se trouve le plus beau charbonnage du bassin, celui de Sandwell-Park, dont nous aurons occasion de parler souvent, et qui exploite la couche Ten yards, à la profondeur de 400 mètres, par des puits creusés dans le permien.

Au dessus du permien, viennent les *grés rouges*, les marnes du *Keuper* et les lits de gypse du *Trias*, le *Lias*, et les sables et argiles de la *periode glaciaire*.

Couche Ten yards ou Thick Coal.

Description de la couche. — La couche se compose de dix à quatorze laies de charbon, séparées ou non

par de minces lits de schistes. Chaque laie a son caractère lithologique qui permet au mineur expérimenté d'en assigner le rang dans la série.

Les noms des différentes laies varient avec les puits; nous les désignerons par les chiffres I, II..., en commençant le numérotage par la laie inférieure.

Nous indiquons ci-après quelques compositions de la couche dans les puits situés autour de Dudley.

1° *Puits de Barn*, à Parkhead :

Laie IX,	1m,30		(Roofs and Spires).
Schiste	—	0m,08	(Batt).
Laie VIII,	1m,12		(White Coal).
Id. VII,	1m,35		(Heath Coal).
Id. IV,	0m,60		(Brazils).
Id. V,	1m,35		(Veins and Fine Coal).
Grès,	—	0m,07	(Hard stone parting).
Laie IV,	1m,35		(Patchells and stone Coal).
Id. III,	0m,60		(Sawyer).
Id. II,	0m,90		(Slipper).
Id. I,	0m,83		(Benches).
	9m,40	0m,15	

2° *Puits Earl of Dudley*, n° 25 :

Charbon	10m,57
Schistes	0m,23
	10m,80

3° *Puits de Clattershall :*

Charbon	8m,32
Schistes	2m,95
	11m,27

4° *Puits Lye Cross :*

Charbon	8m,80
Schistes	0m,10
	8m,90

5° *Puits Rowley station :*

Charbon	5^m,60
Schistes	1^m,75
	7^m,35

6° *Puits Hawn :*

Charbon	7^m,35
Schistes	3^m,40
	10^m,75

7° *Puits Kingswinford :*

Laies supérieures . . .	0^m,90
Terrain houiller . . .	38^m,40
Laies I à VIII incluse .	6^m,80

8° *Puits Himley :*

Laies supérieures. . .	0^m,75
Terrain houiller . . .	34^m,75
Laies I à VIII incluse .	6^m,80

9° *Puits Foxyards :*

Charbon	11^m,00
Schistes	0^m,87
	11^m,87

10° *Puits Moat :*

Charbon	8^m,47
Schistes	0^m,52
	8^m,99

11° *Puits Deepfields :*

Laie	1^m,05
Terrain houiller . . .	25^m,20
Laies	26^m,30

12° *Puits Highfields* :

Laie	1m,05
Terrain houiller . . .	62m,00
Laies	7m,90

13° *Puits Bilston* :

Charbon	7m,90
Schistes	3m,15
	11m,05

Nature du charbon. — Le charbon de la couche *Ten yards* est maigre; il est voisin des lignites.

Le Dr Percy, dans son cours de métallurgie, donne les analyses suivantes de quelques laies.

NOM DE LA LAIE.	Composition en % apres dessication à 100° C.					Composition en %, déduction faite du soufre, des cendres et de l'eau.		
	C	H	O+N	S	Cendres.	C	H	O+N
Roofs	76,12	4,83	16,72	1,00	2,33	78,46	4,96	16,58
Top Slipper . .	77,01	4,71	16,72	0,74	1,56	78,53	4,80	16,67
White Coal. . .	76,40	4,62	17,43	0,55	1,55	77,68	4,69	17,63
Brazil	72,13	4,32	17,11	0,54	6,44	77,33	4,67	18,00

M. H. Hughes a trouvé les résultats suivants pour le charbon de la laie White Coal :

Carbone	52,50
Matières volatiles .	32,14
Cendres	2,26
Humidité	11,19
Soufre.	1,91
	100,00

Une expérience au calorimètre de Thompson a fait voir qu'un kilogramme de charbon vaporise 14kg,025 d'eau à 100° C.

TRAVAUX PRÉPARATOIRES DANS LA COUCHE. — CREUSEMENT DES GALERIES PRINCIPALES DE ROULAGE ET D'AÉRAGE.

La couche est généralement peu inclinée, souvent elle est presque horizontale.

Du point où le puits a rencontré la couche, on trace les maîtresses-galeries jusqu'aux limites du champ à exploiter. — Il est de règle dans l'exploitation de cette couche, de pousser d'abord les voies principales à limite ; puis d'abattre le charbon en revenant vers le puits (*working home*) ; l'impossibilité de conserver les galeries après l'enlèvement du charbon, oblige à adopter ce procédé.

Les maîtresses-galeries, destinées au roulage et à l'aérage, sont généralement faites suivant la direction ; elles sont horizontales ou à peu près, et sont desservies par des transports mécaniques ; de ces galeries en direction, partent, en montant, des voies thiernes, ou demi-thiernes, qui sont menées à limite, et qui servent au transport et à l'aérage de quartiers de mine, que l'on prend en revenant vers les galeries en direction.

Ainsi, de distance en distance, dans les galeries en direction, montent des galeries dans lesquelles le transport se fait sur des plans automoteurs.

La partie de la couche en aval pendage est de même prise par des voies thiernes ou demi-thiernes, qui sont aussi poussées à limite ; les travaux se développent alors au fond de la vallée d'abord, pour revenir ensuite vers les galeries en direction, et les produits de l'abatage sont remontés jusqu'à la voie horizontale par des transports mécaniques.

On n'attend pas toujours que les maîtresses galeries horizontales soient arrivées à la limite du champ

à exploiter, pour diriger suivant la pente ou la demi-pente, des galeries montantes ou descendantes, destinées à desservir des quartiers de mine ; si l'on est pressé d'extraire du charbon, on peut, en ménageant un stot convenable pour la protection des puits et des galeries, exploiter quelques chantiers aux abords des puits, pendant que les maîtresses galeries horizontales poursuivent leur avancement jusqu'à la limite.

Les voies principales (les voies horizontales et les voies inclinées) sont creusées sur 2 mètres de largeur et 1^m,80 de hauteur, généralement dans les laies inférieures I, II, III.

On commence par faire dans la laie I (puissance 0^m,80) un havage de 4^m,50 de profondeur, en supportant le toit de l'ouvrage par des étançons ; puis à partir d'une distance de 1^m,80, en arrière de l'extrémité du havage, et revenant vers le front d'attaque, deux ou trois hommes creusent des rainures verticales dans les laies II et III, le long de la voie, en ménageant à 1^m,80 de distance, ce que les Anglais appellent des éperons « spurns » ; ce sont de petits blocs de charbon, (A, A'... Pl. IV, fig. 1) que la rainure n'a pas coupés au toit du havage, mais qui sont limités en hauteur ; ils ont 0^m,20 à 0^m,30 de puissance ; ils servent de supports au charbon détaché des parois par les rainures. Pour provoquer ensuite la chute des laies II et III dans la galerie, il suffit, après avoir réduit les éperons au moyen d'un pic, de les abattre ensuite à l'aide d'un crochet placé au bout d'un long manche et assez semblable à celui dont se servent nos bateliers de rivières. (Pl. IV, fig. 2.)

Les rainures qui ont 0^m,30 à 0^m,40 de largeur sont tantôt creusées sur les deux parois, généralement sur une paroi de la galerie ; après la chute des laies, il faut, dans ce dernier cas, dresser la paroi qui n'a pas été coupée.

Le boisage de ces galeries n'est pas toujours nécessaire; il suffit parfois de creuser en voûte la laie IV.

Les voies ne se font pas constamment, comme nous l'avons dit, dans les laies I, II, III; la nature du toit, ou du mur, des galeries ainsi obtenues est, en effet, très variable dans le bassin; aussi est-on souvent obligé de faire les galeries dans d'autres laies; nous en avons vu un exemple au charbonnage de Sandwell-Park, où les voies sont faites dans les laies IV et V; on adopte cette disposition surtout pour se mettre à l'abri du gonflement du mur de la couche (*creep*), qui rend impossible l'entretien des voies de roulage.

L'aérage de ces galeries en creusement se fait, comme dans toutes les houillères anglaises, en poussant simultanément en avant deux galeries, entre lesquelles on établit, de distance en distance, des communications, qui sont ensuite fermées par des portes ou des stoupures. L'air est amené au front d'avancement de la galerie par une cloison en planches clouées sur des bois, et divisant la galerie en deux conduits, l'un pour l'entrée, l'autre pour le retour de l'air; ce sont nos anciens *kernés*. (Pl. IV, fig. 3.)

Exploitation de la couche Ten yards.

Diverses méthodes sont en usage pour l'exploitation de la couche.

A) La méthode des piliers carrés;

B) La méthode des piliers longs abandonnés;

C) La méthode du Longwall, avec enlèvement de la couche en deux tranches;

D) La méthode du Longwall, avec enlèvement de la couche en une fois.

A. — *Méthode des piliers carrés.*

a. — Traçage de 3^m,50 de hauteur dans les laies inférieures (I, II, III, IV).

Pour ouvrir l'exploitation d'un quartier, on creuse, à partir des galeries principales montantes G_1 G_2 (pl. IV, fig. 4), deux galeries horizontales *A* et *B*, l'une pour l'entrée, l'autre pour la sortie de l'air.

A une distance de 9 à 13 mètres de la galerie montante, la galerie *A* est poursuivie en une taille *C* en direction, de 5^m,40 et parfois 8^m,10 de largeur. Dans la taille *C*, l'avancement se fait au moyen d'un havage dans la laie I de 8^m,10 environ de profondeur; on soutient le toit de l'excavation par de petits piliers en charbon menu, ou par des étançons.

On entaille alors les laies II et III verticalement par des rainures le long des parois, en laissant des *éperons* « spurns », à des intervalles de 1^m,80, comme dans le creusement des galeries principales. L'enlèvement de ces éperons détermine fréquemment la chute de la laie IV avec les laies II et III; dans ce cas les parois sont ensuite dressées; le toit est soutenu par des bois.

La hauteur de la taille est alors d'environ 3^m,50. On procède ainsi par havages successifs de 8^m,10 de profondeur, jusqu'à ce qu'on arrive au massif limitant le quartier.

Quand on l'a atteint, on attaque de même les tailles montantes *D*, *E*, *F*, *G*, puis des tailles chassantes *H*, *I*, *J*, *K*, *L*, *M*, recoupant les massifs longs, et enfin la taille chassante *N*. — Les piliers sont alors délimités dans les laies inférieures.

b. — Abatage des laies supérieures (V, VI, VII, VIII).

1. *Piliers abandonnés.* — Pour procéder à l'abatage des laies supérieures, on commence par établir au

milieu de la taille, tous les 18 mètres environ, une pile de bois, *cog*, pour supporter le toit. — (Les *cogs* sont des piles de bois placés horizontalement et jointifs, avec les axes de deux rangées successives croisés à angle droit.)

On délimite ainsi une surface d'abatage dans le toit, comprise entre deux piles de bois (*cogs*), et les deux parois de la taille (soit $18^{m},00 \times 5,40$ ou 8,10).

On abat cette surface en creusant sur son périmètre des rainures verticales, et ménageant des éperons, qu'il suffit ensuite d'amincir, puis finalement d'arracher avec le crochet, ou de faire sauter à la poudre, pour déterminer la chute des laies supérieures. Les bois de soutènement ont été enlevés au préalable ; ils sont souvent renversés au moyen d'un mouton placé à l'extrémité d'un long manche.

L'enlèvement des laies V, VI, VII et VIII, se fait de cette manière, de proche en proche, après que le charbon abattu a été chargé dans les wagonnets.

Généralement la laie IX ne peut être abattue, sans entraîner l'éboulement du toit; aussi, le plus souvent elle est laissée en place.

Pour travailler à l'abatage des laies supérieures, les ouvriers placent généralement contre la paroi, deux bois inclinés, à la tête desquels sont attachées des chaînes qui, portant des nœuds, supportent une planche sur laquelle ils s'établissent.

L'exploitation d'un quartier dure généralement un an.

Il arrive fréquemment que les laies supérieures ne sont pas enlevées en même temps dans tout le quartier; le charbon des laies inférieures n'est pas d'aussi bonne qualité que celui des laies supérieures, et il peut être nécessaire de mélanger les deux qualités. Dans ce cas, pendant que le traçage se développe dans les laies

inférieures, les laies supérieures sont abattues le long du massif, à l'extrémité du quartier opposée à l'entrée, et les deux qualités de charbon sont alors mélangées.

Les quartiers ont souvent une quarantaine de mètres de côté; ils sont séparés les uns des autres par des massifs de charbon de 7 à 9 mètres; les piliers ont de 7 à 8 mètres de côté.

Les massifs séparant les quartiers, et les piliers abandonnés dans la première exploitation sont parfois repris dix ou douze ans plus tard, quand les éboulements du toit se sont complètement consolidés.

MM. Pernolet et Aguillon, dans leur rapport de mission (p. 191), parlent d'un système d'abatage pratiqué au charbonnage de Sandwell-Park, dans les tailles, et dans lequel celles-ci sont divisées en trois petites tailles de $1^m,83$ de largeur, séparées par deux piliers de $1^m,83$. Je n'ai vu nulle part rien qui ressemblât à ce mode de travail des tailles, mode qui, en tout cas, n'a jamais été pratiqué à Sandwell-Park; l'abatage dans les tailles se fait toujours ainsi que je l'ai décrit, par des rainures dans le toit.

2. *Piliers partiellement repris.* — Souvent, après l'abatage des laies inférieures, on construit des piles de bois (*cogs*) dans les tailles, entre les piliers de charbon, dont on réduit ensuite les dimensions d'une façon notable.

C'est ce système que suit M. H. Hughes dans son puits n° 29 du charbonnage de Coneygre, à Rowley; c'est également celui que j'ai vu au puits n° 3 du charbonnage de Saltwells.

3. *Piliers complètement repris.* — Après le traçage des piliers dans les laies inférieures, on abat dans la taille extrême du quartier, le charbon des laies supérieures jusqu'au toit de la couche, dont on laisse venir la tombée. On a construit auparavant des *cogs* entre

les piliers de charbon, pour limiter l'éboulement ; on abat les piliers de charbon, ainsi que les laies supérieures tout autour des *cogs*.

Dans ce système d'exploitation, les laies supérieures s'appuyent en partie sur la tombée du toit, soulageant d'autant la pression sur les *cogs* ; ces derniers sont enlevés ; à cette fin, on a eu soin de les placer sur du charbon menu, qu'il suffit de gratter pour pouvoir retirer les bois.

L'enlèvement des *cogs* permet l'abatage du charbon resté par dessus ; ils sont ensuite rétablis dans les tailles voisines, d'où les piliers de charbon sont pris de même.

En un mot, le toit tombé derrière les *cogs* vient en aide au soutènement des laies supérieures.

Par ce procédé, on parvient à enlever presque tous les piliers de charbon.

Si la couche est sujette aux incendies, on n'a pas un toit tel qu'il convient, la modification ne peut pas être appliquée, malgré les avantages qu'elle pourrait présenter.

J'ai vu enlever, comme suit, des piliers au puits n° 7 du charbonnage de Himley. On prolongeait la voie V (pl. IV, fig. 5) à travers le pilier *mnop*, et on établissait des *cogs* en C_1, C_2, C_3 à la place des laies inférieures. On prenait ensuite des tailles dans le pilier à droite et à gauche de la voie.

Dans le système que nous avons décrit, et qui est le plus ancien, l'aérage se fait au moyen d'une petite voie G_2 extérieure au quartier ; à présent, on fait traverser les quartiers par les deux voies A et B, servant, l'une à l'entrée, l'autre à la sortie de l'air ; après communication établie par la taille C (pl. IV, fig. 6), la voie A, et de même la voie B, est élargie en une taille. Les piliers sont ensuite délimités par des tailles montantes

et par des tailles chassantes, comme nous l'avons indiqué. Cette méthode est celle qui est suivie le plus généralement à présent.

Lorsque l'exploitation d'un quartier est terminée, on construit deux barrages, l'un à l'entrée, l'autre à la sortie, au moyen de charbon menu, et d'un muraillement en briques et mortier. Ces serrements sont encastrés dans les parois, le toit et le mur des galeries, et isolent un quartier abandonné du reste de la mine; ils doivent être terminés dès que tout le charbon est enlevé et avant que l'incendie ne se soit déclaré.

Pendant que l'extraction des laies supérieures se poursuit dans un quartier, on s'occupe d'en préparer un second en laissant entre les deux quartiers un massif de charbon d'environ 9 mètres de largeur.

Charbonnage de Sandwell-Park.

A titre d'exemple de la méthode des piliers carrés, nous donnerons quelques renseignements sur les travaux du charbonnage de Sandwell-Park, que nous avons visité et qui est si bien dirigé par M. Hughes, père.

La couche Ten yards y est très régulière et son inclinaison est d'environ 13 degrés.

Au point où le puits recoupe la couche, au niveau de 400 mètres, on a mené deux maîtresses-galeries en direction, écartées de 36 mètres l'une de l'autre et recoupées par des communications d'aérage ayant servi lors du creusement, et distantes l'une de l'autre de 46 mètres. Ces maîtresses-galeries desservent l'exploitation de la partie de la couche située en amont pendage. (Pl. IV, fig. 10.)

Pour cela, on a creusé des paires de galeries montantes demi-thiernes, écartées d'environ 212 mètres, à partir desquelles on a mené des voies horizontales tous

les 68 mètres. On a ainsi limité des massifs longs qui sont devenus ensuite chacun un quartier de mine ; ces quartiers sont séparés par des massifs (*ribs*) de 10 mètres de largeur.

Au dessus des maîtresses-voies on a ménagé un massif de protection de 137 mètres.

Dans cette disposition des travaux, le courant d'air doit passer successivement sur toute la série des quartiers desservis par une même paire de galeries montantes.

Signalons ici l'installation de doubles portes en fer dans l'entrée d'air et dans le retour d'air, à proximité des puits, et permettant d'isoler ceux-ci, en cas d'incendie de la mine.

La couche est exploitée également en aval pendage par deux maîtresses-galeries situées au niveau de 436 mètres et reliées aux fonds des puits par deux galeries montantes. (Pl. IV, fig. 10.) On a ainsi un second étage d'exploitation. De ces deux maîtresses-galeries au niveau de 436 mètres, partent en montant suivant la pente, des paires de galeries, telles que *A* et *B*. (Pl. IV, fig. 13.)

La disposition des quartiers de mine, par rapport à ces galeries montantes, diffère ici de celle de l'étage supérieur.

De part et d'autre des deux galeries montantes, on établit un quartier à une distance telle l'un de l'autre, que le massif compris entre les deux et traversé par les deux voies montantes, soit de mêmes dimensions que les quartiers latéraux.

A partir des voies montantes on mène donc les galeries horizontales *CC*, *DD*, écartées de 52^{m},10 ; puis, on creuse les galeries montantes C_1 D_1, C_5 D_5, écartées de 74^{m},90. Lorsque la communication d'aérage est établie autour du massif ainsi délimité, on élargit les galeries

$C_5 C_1$, $C_1 D_1$, $D_1 D_5$, $D_5 C_5$ en des tailles de $9^m,14$ de largeur; on établit de même des tailles montantes $C_2 D_2$, $C_3 D_3$, $C_4 D_4$; on recoupe ensuite les massifs longs ainsi déterminés par des tailles chassantes T_1, T_2..... T_8.

En un mot, lorsque les galeries circonscrivant le massif ont été tracées, on donne d'abord à ces galeries la largeur d'une taille; puis l'on fait tout le traçage des piliers au moyen de tailles montantes et de tailles chassantes, et on ne divise pas le quartier en massifs longs par des *galeries* horizontales ainsi que l'indiquent MM. Pernolet et Aguillon dans leur Rapport de mission (1).

Toutes les tailles sont faites d'abord dans le charbon du mur, sur une hauteur d'environ $3^m,50$, mais dès que la taille C_1D_1 est terminée, tout en poursuivant le traçage par tailles des piliers, on commence en $C_1 D_1$, l'abatage des laies supérieures, et ce afin d'obtenir des charbons à mélanger.

Les piliers ainsi délimités, ont $7^m,30$ de côté.

On entreprend de même, à un niveau supérieur, l'exploitation de deux quartiers latéraux séparés des quartiers inférieurs par un massif horizontal de $16^m,44$ de largeur, et ainsi de suite. Quand on est arrivé au niveau supérieur de l'étage, on prend en revenant vers les maîtresses-voies du fond, les massifs laissés dans la partie centrale, et traversés par les voies montantes *A* et *B*. L'exploitation de ces massifs se conduit comme celle des massifs latéraux, dont ils sont séparés par un pilier de $7^m,30$ de largeur.

Des voies montantes, telles que *A* et *B*, sont prises de proche en proche à partir des maîtresses voies horizontales du fond, à une distance telle que les quartiers

(1) Angl. p. 189. — Les *galeries* que MM. Pernolet et Aguillon désignent par Q, Q_2, Q_3 ne sont pas creusées.

contigus desservis par deux paires de voies montantes voisines, sont séparés par des massifs de 3 mètres de largeur.

Ainsi que nous l'avons dit, les voies principales ne sont pas faites sur le mur de la couche; leur sol se trouve à 2^m,10 au dessus de ce mur; seulement, comme dans les quartiers, l'exploitation doit se faire en montant à partir de la laie inférieure, la voie d'accès au chantier, partant de la galerie montante, comprend un bout de voie horizontale qui atteint le mur. (Pl. IV, fig. 7.)

Enfin, ainsi qu'on le voit sur la pl. IV, fig. 13, on amincit parfois autant que possible les piliers, en y substituant des *cogs*.

B. — Méthode des piliers longs abandonnés.

Après avoir établi dans la laie inférieure la communication d'aérage entre deux voies en direction, écartées d'environ 35 mètres, la communication, à partir de 3 mètres de ses extrémités est élargie à 7^m,20 ; on abat ensuite dans la chambre ainsi formée (pl. IV, fig. 12) les laies supérieures, de proche en proche, en montant sur le charbon abattu, et creusant des rainures verticales suivant les parois, contre lesquelles on ménage des *éperons*.

Dans l'exemple du procédé que j'ai vu au charbonnage de Homerhill, le toit n'était pas supporté ; deux chambres voisines sont séparées par un pilier de 7^m,20 de largeur. Cette méthode est la meilleure pour la conservation des édifices de la surface.

C. — Méthode du Longwall, avec enlèvement de la couche en deux tranches.

La tranche supérieure est toujours enlevée d'abord ; on y creuse des voies et des tailles, délimitant des

piliers, lesquels sont amenés ensuite jusqu'à 1m,80 de côté. On fait cette reprise partielle des piliers en revenant vers les puits (*homewards*) les piliers de 1m,80, sont perdus dans l'éboulement du toit. Après cinq ou dix ans, lorsque l'éboulement est devenu compact, on procède à l'enlèvement de la tranche inférieure. Cette tranche a généralement 3 à 4 mètres de puissance ; on ménage à son toit une épaisseur d'environ 1 mètre pour retenir les remblais de l'exploitation supérieure. On commence par enlever complètement les laies I et II, et l'on soutient les laies III et IV par des *cogs* placés en quinconce; on retire ensuite les *cogs* en revenant vers le puits; le charbon des laies III et IV est ainsi abattu ; l'éboulement du toit du chantier et du remblai supérieur ancien suit bientôt; aussi, pour retirer le charbon sous les parties dangereuses, on emploie un rateau pourvu d'un long manche.

Cette méthode a été abandonnée presque partout après dix années d'essai; elle paraît cependant séduisante à l'ingénieur non familiarisé avec les couches puissantes, qui, dans les exploitations conduites suivant les méthodes précédemment exposées, ne se sent pas à l'aise, sous un toit qu'il ne peut guère apercevoir qu'aux lueurs des feux de Bengale qu'on ne manque jamais d'allumer pour les visiteurs. Il semble, en effet, que cette méthode par enlèvement en deux tranches, doit causer moins d'accidents que les précédentes; mais elle présente des inconvénients graves :

1° L'enlèvement de la tranche inférieure, après l'exploitation de la tranche supérieure est une opération très délicate; la pression du remblai supérieur sur les bois est considérable, et nécessite de grands frais d'entretien dans les voies.

2° Le déchet en menu est grand, quoique le rendement total en charbon soit supérieur à celui de la méthode des piliers carrés ;

3° Les charbons de deux tranches sont de qualité et de valeur commerciale fort différentes ; l'exploitation en deux tranches successives rend difficile le placement avantageux des charbons des laies inférieures ;

4° Enfin, la méthode semble favoriser la fréquence des incendies, il est, en effet, évident, que si dans l'exploitation de la tranche supérieure, l'incendie s'est déclaré dans un quartier, on a chance d'avoir de nouveau le feu, quand on viendra plus tard reprendre la tranche inférieure.

D. — **Méthode du Longwall avec enlèvement de la couche en une fois.** (Pl. IV, fig. 14.)

Les voies délimitent des massifs de charbon qu'il s'agit ensuite d'enlever, en laissant des piliers longs :

a. Pour cela, on enlève du massif, une tranche *parallèle à son petit axe*, prise dans les laies inférieures; on supporte les laies supérieures sur des *cogs*.

On enlève de même une seconde tranche, contre la première, dans les laies inférieures, en place desquelles on dispose une autre rangée de *cogs*. On retire alors les *cogs* de la première tranche, où l'on abat ensuite les laies supérieures, jusqu'à provoquer la tombée du toit. On découpe une troisième tranche parallèle aux deux autres, et ainsi de suite.

Il est à remarquer que dans la seconde tranche, le charbon des laies supérieures, s'appuie en partie sur la tombée du toit, qui s'est produite dans la première tranche, et lorsque le charbon des laies supérieures tombe dans la seconde tranche, il roule sur le plan incliné que lui présente l'éboulement du toit de la première.

Si un incendie survient, on ménage un massif d'une épaisseur suffisante, puis on continue le système comme

précédemment, jusqu'à l'enlèvement complet du bloc délimité par le traçage.

b. Parfois, le massif est divisé en quatre piliers, puis chacun de ceux-ci en quatre autres; chaque petit pilier est alors enlevé en revenant vers le puits.

J'ai vu la méthode *a* appliquée au puits numéro 30 du charbonnage de Saltwells, dont la planche IV, fig. 14, reproduit un extrait des plans.

Les avantages de la méthode par enlèvement en une seule tranche sont la propreté du produit extrait, et la grande quantité de charbon que l'exploitation donne de suite, sans qu'il soit besoin d'attendre, ainsi que dans les autres méthodes, la reprise des piliers, ou l'enlèvement de la seconde tranche.

Mais cette méthode donne beaucoup de menu, et son rendement total au mètre carré de surface exploitée est faible.

Rendements des diverses méthodes.

D'après les chiffres recueillis par M. H. Hughes, j'ai calculé le rendement des méthodes *A*, *C*, *D* par mètre carré de surface exploitée et par mètre de puissance ; j'ai admis fr. 12-50 et 5 francs pour les prix de la tonne de gros, et de la tonne de menu (le menu est tout ce qui a passé à travers une grille dont les barreaux sont écartés de 5 centimètres). J'ai également calculé le rendement par mètre cube de charbon en roche, c'est-à-dire, le rapport du poids de charbon obtenu par mètre cube exploité, au poids du mètre cube en roche que j'ai pris égal à 1,400 kilogrammes.

Les résultats de la comparaison des trois méthodes sont consignés au tableau ci-dessous.

MÉTHODES.	GROS.		MENU.		TOTAL (Gros et menu.)		RENDEMENT au mètre cube de charbon en roche.
	Poids. — Tonnes.	Valeur. — Francs.	Poids. — Tonnes.	Valeur. — Francs.	Poids. — Tonnes.	Valeur. — Francs.	
A)	0,619	7,78	0,400	2,00	1,019	9,78	0,72
C)	0,542	6,77	0,604	3,02	1,146	9,79	0,82
D)	0,343	4,29	0,603	3,01	0,946	7,30	0,67

Organisation du travail.

L'extraction se fait uniquement dans le poste de jour; elle dure souvent 8 à 10 heures.

Pendant la nuit, le seul travail en cours, est l'*abatage* des laies du toit des chantiers; ces laies, entaillées par des ramures verticales le long des parois, sont tenues en place par les *éperons* et par des bois; l'exécution de ce travail d'abatage exige le silence le plus complet dans la mine; les ouvriers sont ainsi à même d'entendre les craquements qui précèdent les chutes des laies; pendant le jour, le bruit du chargement du charbon et le roulement des chariots empêcheraient les abatteurs d'être avertis du danger.

Les ouvriers de toutes catégories descendent le matin vers 6 3/4 heures; ils remontent vers 4 3/4 heures; la journée est donc de 10 heures.

Effet utile des ouvriers.

Voici quelques chiffres que j'ai recueillis au charbonnage de Sandwell Park.

Effet utile par 24 heures, par ouvrier de toutes catégories du fond et de la surface . . . 3,000 kilos.

Id. id. par ouvrier du fond. 4,000 id.

Id. id. par abatteur. . . 9,500 id.

Aérage.

L'aérage est généralement obtenu au moyen de foyers; près des puits il y a beaucoup d'air; mais il n'en est plus de même dans les chantiers de travail. Par suite des pertes d'air qui se font par les anciennes communications entre la galerie d'entrée d'air et la galerie de retour, et aussi, il est vrai, à cause de la grandeur des sections de passage dans les tailles, on peut dire que dans les quartiers, il y a souvent incertitude sur le sens du courant. Dans les quartiers on se sert de toiles pour diriger le courant d'air.

La présence du grisou est rarement constatée; cependant quelques inflammations se sont produites, mais elles sont restées localisées. Ces accidents sont survenus à front des voies principales en avancement, c'est-à-dire, dans des régions vierges.

Éclairage.

Dans tous les charbonnages où la couche Ten yards est exploitée, on s'éclaire au moyen de lampes à feu nu, le plus souvent au moyen de chandelles. Cependant, on fait usage, ainsi que le prescrit la loi, de lampes de sûreté pour explorer les travaux avant la descente du poste.

Affaissements du sol.

Dans certains districts du South-Staffordshire, les mines appartiennent au seigneur du château (*the lord of the manor*) et la surface à d'autres personnes; et le seigneur a le droit, à lui octroyé par la loi, d'exploiter les mines sans être astreint à indemniser les propriétaires de la surface pour les dommages causés. Les mines sont donc conduites sans égard pour les dom-

mages que l'exploitation ne manquera pas de produire à la surface; aussi peut-on voir des villages dont les maisons sont affaissées de 3 mètres. Il est impossible de décrire l'aspect lugubre de ces amoncellements de ruines, au milieu desquelles des propriétaires tenaces reconstruisent leur habitation à côté de leur maison renversée.

Lorsque l'exploitant ne jouit pas de cette irresponsabilité, qui constitue une faveur indigne des temps modernes, il a recours à la méthode des piliers longs abandonnés, qui dégrade le moins la surface.

Épuisement des eaux.

Les charbonnages du South-Staffordshire ont formé une société qui se charge d'épuiser toutes les eaux du bassin, au moyen de galeries et de puits spéciaux munis de moyens d'exhaure.

Cette organisation générale de l'épuisement des eaux d'un bassin constitue une des entreprises les plus remarquables que présente l'industrie minière; elle rappelle la fondation des compagnies pour la distribution de l'eau dans les villes, puisque avant celles-ci, chaque particulier devait creuser son puits domestique, de même que dans tous les autres bassins miniers, à présent encore, chaque mine doit extraire elle-même ses eaux.

Nous nous proposons d'étudier ici, en détail, le fonctionnement de cette institution qui sera peut-être un jour proposée pour l'un ou l'autre bassin de notre pays.

Cette organisation émanée de l'initiative privée, a eu besoin cependant de la sanction du Parlement dont nous allons analyser les Actes (1).

(1) *The South-Staffordshire Mines Drainage Acts* 1873, 1878, 1882.

Nous indiquerons ensuite les résultats obtenus.

La Commission. — En 1873, la situation du bassin méridional du Staffordshire et du bassin oriental du Worcestershire était déplorable au point de vue de l'épuisement. Plusieurs grands gisements de charbon, de minerai de fer et d'autres minerais, étaient recouverts d'une nappe d'eau superficielle qui empêchait leur mise en exploitation ; d'autres mines ne pouvaient continuer à être activées, ou du moins ne pouvaient l'être qu'avec un prix de revient considérable, par suite des venues d'eau provenant directement de la surface ou d'autres mines, ou bien provenant des infiltrations à travers les terrains ; de grandes masses d'eau se trouvaient amoncelées, et d'une manière croissante, dans des mines épuisées et abandonnées, ce qui constituait, pour les mines en activité, une menace constante contre leur existence même et contre celle des ouvriers qui y étaient occupés.

Les travaux miniers avaient produit des mouvements du sol qui avaient dérangé les anciens lits des cours d'eau et amené la formation de marais, d'où l'eau pénétrait dans les exploitations.

Pour remédier à cette situation désastreuse, on se proposa :

1° De prendre des mesures pour que les eaux de la surface, qu'elles proviennent de la pluie ou des cours d'eau, ou des pompes même des mines, ne pénètrent pas dans les exploitations ;

2° D'épuiser les eaux déjà amoncelées dans les mines en activité et dans les mines abandonnées ;

3° De prendre des mesures pour prévenir l'accumulation des eaux dans les mines, soit par infiltration, soit par irruption, soit autrement.

L'aire dans laquelle la Commission, instituée pour réaliser ces améliorations, exerce ses pouvoirs, est

parfaitement définie ; nous l'appellerons à l'avenir : « l'aire de drainage » ; elle comprend une surface grossièrement rectangulaire dont les côtés ont environ 19 kilomètres et 9 kilomètres. Cette commission qui, pour l'exécution de ses travaux, a le pouvoir d'acheter, de vendre, d'occuper des terrains et d'autres propriétés, comprend deux catégories de membres ; l'une, formée par trente exploitants, l'autre formée par différents fonctionnaires (les présidents et les vice-présidents de tribunaux, les présidents d'associations métallurgiques et minières, les représentants de sociétés exploitant des canaux dans la région ; enfin, un membre désigné par le comte du Dudley, propriétaire de nombreuses exploitations) ;

Les premiers sont dits « commissaires ordinaires » ; les seconds « commissaires officiels » ; le pouvoir de ceux-ci dure aussi longtemps que leurs charges.

Les commissaires ordinaires, nommés au nombre de trente-six par le Parlement à la promulgation de l'Acte, ont été réduits à trente au bout de trois ans ; ils ont été ensuite renouvelés par élection, par tiers tous les ans, les nouveaux membres devant être choisis chaque année parmi les propriétaires ou exploitants des mines, comprises dans l'aire de drainage. Les membres sortants sont rééligibles.

La Commission tient une séance annuelle ; elle fixe la rétribution à accorder à ses membres pour les travaux qui leur ont été confiés.

Des sous-commissions, désignées par la Commission elle-même, fonctionnent dans les districts ; ces sous-commissions sont formées uniquement par les propriétaires ou les exploitants de mine de ce district, sauf deux membres qui peuvent être étrangers au district ; elles ont les mêmes pouvoirs que la Commission, chacune dans leur district, sauf celui de fixer les taxes.

Tout propriétaire ou exploitant de mine, située dans l'aire de drainage, ou tout actionnaire délégué par une société minière, a le droit de vote à l'élection de la Commission ; il lui est attribué une voix par 20 acres de surface minière, jusque 100 acres, et une voix additionnelle par 50 acres en plus, jusque 500 acres, et une voix additionnelle par 100 acres en plus, au delà de 500 acres ; le propriétaire et l'exploitant d'une mine ont tous deux le droit de vote.

L'exploitant de mine est tenu de déclarer la surface totale exploitée dans sa mine depuis le commencement des travaux, et à la fin de chaque année à partir de la promulgation de l'Acte, la surface exploitée et l'extraction durant cette année.

Toute déclaration fausse peut être punie d'une amende de 50 livres.

Des arbitres. — La Commission nomme trois arbitres pour trois années ; deux de ceux-ci doivent être des personnes compétentes dans l'art des mines, mais, n'ayant ni intérêt, ni emploi dans une mine du bassin ; le troisième arbitre est un avocat d'au moins sept années de pratique ; les rapports et les arrêts signés par deux quelconques d'entre eux sont valables.

Ces arbitres peuvent être révoqués par le ministre pour incapacité ou inconduite.

Depuis 1876, les trois arbitres ont été renouvelés en partie, et ce, après des intervalles dont la durée est laissée au jugement de la Commission.

Avant leur entrée en fonctions, les arbitres s'engagent par écrit à remplir convenablement leur devoir ; leur traitement est fixé par la Commission.

Les missions imposées aux premiers arbitres, furent les suivantes :

a. En ce qui concerne la surface :

1° Niveler la surface du bassin, en dresser des

plans et des coupes en vue d'étudier la meilleure canalisation des eaux, qui y tombent, qui le traversent, ou qui en sont extraites par les pompes des mines ;

2° Fixer la position des chenaux, conduites, réservoirs, écluses et drainages, capables de prévenir l'entrée des eaux, dans les exploitations actives ou inactives.

b. En ce qui concerne l'épuisement souterrain :

1° Visiter, niveler, reporter en plan et en section, toute mine active ou inactive, et tout serrement ou massif de protection contre les eaux ;

2° Déterminer la quantité d'eau existante dans la mine au moment de leur visite, les provenances de cette eau ; noter les moyens en usage pour son épuisement ;

3° Diviser le bassin en districts, dont les limites devaient être empruntées à la conformation souterraine ;

4° Classer les mines de chaque district en quatre catégories :

α Les mines situées dans les affleurements et exemptes de toute venue d'eau, dans lesquelles il fallait aussi distinguer celles qui, libres elles-mêmes de tout épuisement, envoyaient l'eau dans les niveaux inférieurs ;

β Les mines envahies par les eaux, et qui exigent un épuisement continuel ;

γ Les mines noyées ;

δ Les mines épuisées.

5° Faire le relevé de toutes les installations d'épuisement dans chaque district, soit que les installations puissent être employées par la Commission, soit que de nouvelles installations soient nécessaires ; apprécier également jusqu'à quel degré les pouvoirs de la Commission en ce qui concerne l'épuisement souterrain, devaient être mis en application ;

6° Faire rapport à la Commission sur les faits ci-dessus, et lui notifier les moyens qui, d'après eux, seront les plus propres, pour évacuer les accumulations d'eau et prévenir leur retour; donner un avis, concernant l'ordre de succession des travaux proposés;

7° Joindre à leur rapport, des plans, des sections, des devis, permettant à la Commission de juger de la nécessité et de l'ordre des travaux à faire, et des sommes à lever pour leur exécution.

Les arbitres devaient, en outre, faire rapport quand ils le jugeaient convenable, au sujet des travaux les plus urgents, à effectuer dans une portion du bassin, ou au sujet de location, de mise en activité, ou de construction d'installations d'épuisement, ces travaux et ces moyens pouvant n'être que temporaires. Mais le premier soin des arbitres devait être de s'occuper de la surface.

Pour l'exécution de leur mission, les arbitres et les personnes désignées par eux, peuvent pénétrer dans les terrains et dans les mines, et y faire des sondages, à condition de dédommager les propriétaires ; ils peuvent requérir la présence des propriétaires, afin de les interroger; ils peuvent exiger la production des livres et des documents, qui sont utiles à leur enquête, et peuvent déférer le serment aux témoins.

Ils peuvent se faire aider par des employés qu'ils choisissent, mais dont la nomination doit être ratifiée par la Commission qui fixe et paie les appointements.

Dans la détermination de la taxe d'exhaure à imposer à chaque mine, les arbitres ont à prendre en considération les faits suivants : le degré jusqu'où le travail de la mine est empêché ou rendu plus onéreux par les venues d'eau ; le bénéfice qu'une mine retire de l'épuisement pratiqué dans une autre mine.

Ils détermineront si l'eau d'une mine s'écoule dans une autre directement ou indirectement, et si un tel écoulement est produit par la négligence ou la faute du propriétaire de la première mine. Ils estimeront les dépenses supportées par un propriétaire de mine ou un exploitant du chef des installations et des frais d'épuisement, et l'influence de cet épuisement sur l'épuisement des mines voisines ou des mines du bassin.

Les arbitres fixeront, s'il y a lieu, la taxe à payer par chaque mine, d'après les considérations qui précèdent, et d'après le degré dans lequel chaque mine profite ou profitera, dans la pensée des arbitres, de l'exécution et de la maintenue des travaux soumis aux actes du Parlement ; cependant la taxe totale de toute mine munie de moyens d'épuisement qui sont suffisants, au jugement des arbitres, n'excèdera pas les dépenses annuelles qu'entraînait auparavant cet épuisement, ces dépenses étant fixées par la moyenne des dépenses des trois dernières années.

De temps en temps, quand ils le veulent, et sans qu'ils soient nécessairement occupés auparavant des questions que nous venons de citer, les arbitres peuvent rendre des jugements fixant les points suivants :

1. Tout changement qu'ils jugeront utile de faire de temps à autre dans le nombre et les limites des districts, ou dans l'un ou l'autre de ces districts.

2. La division, s'il y a lieu, d'un district en plusieurs circonscriptions ; la séparation d'une telle circonscription du district auquel celle-ci peut rester liée pour toutes les questions d'épuisement, ou seulement pour quelques-unes ; tout changement dans le nombre ou les limites de ces circonscriptions.

3. La taxe à la tonne de minerai extrait à faire payer pour le drainage à la surface et pour toutes

autres dépenses sauf celles concernant l'épuisement.

4. La taxe à la tonne de minerai extrait à faire payer dans chaque district ou dans chaque circonscription pour l'épuisement.

5. Le taux de la réduction partielle ou totale à apporter, s'il y a lieu, à la taxe à payer à la tonne extraite, par une ou plusieurs mines déterminées dans un district ou une circonscription, en considération des circonstances où se trouve cette mine par rapport à une autre ou à d'autres mines du district.

La taxe à payer par 25,000 gallons d'eau élevés à un pied pendant l'année, à commencer à partir d'un jour à désigner par un arrêt écrit, que d'après eux, la Commission doit payer à tout exploitant qui, en pompant les eaux à ses frais, exhaurera d'autres mines que la sienne, à condition que cette allocation ne dépassera en aucun cas, ni fr. 0,018 par mètre cube d'eau élevé à un mètre, ni au total la somme des taxes d'épuisement, qui devraient être payées par un tel exploitant, calculées au taux même de la taxe de l'année du district. La somme totale d'argent à payer sera, en cas de contestation, établie par les arbitres, à la fin de l'année, et sera payée par la Commission au moyen de l'argent provenant des taxes perçues dans le district. Les conditions suivantes devront, en outre, être observées :

Rien dans ce qui précède n'invalidera un jugement existant des arbitres, qui restera en vigueur jusqu'à ce qu'il soit remplacé par un autre jugement; aucun jugement écrit rendu par les arbitres, relativement à un changement dans le nombre, ou dans les limites des districts, ou de l'un d'eux, ne sera modifié avant que les arbitres n'aient soumis le changement qu'ils se proposent d'apporter à un jugement précédent, aux commissaires dans une réunion spécialement convoquée

dans ce but, et de laquelle les commissaires sont avisés, sept jours à l'avance, en même temps qu'ils sont informés de l'ordre du jour de la séance ; les changement proposés doivent être sanctionnés à la majorité des quatre cinquièmes au moins des commissaires présents ; enfin aucun changement dans le nombre ou les limites des districts, ou de l'un d'eux, ne pourra être apporté, s'il affecte une hypothèque antérieurement donnée par la commission.

Les arbitres déterminent, par un jugement écrit, l'opportunité et le taux de la taxe générale pour le drainage superficiel, qui est payable par chacune des mines, ou par quelques-unes d'entre elles seulement, ou quelques districts seulement.

Avant de rendre un jugement écrit, les arbitres doivent tenir une réunion publique, dont le jour, l'heure et le local doivent être annoncés par la voie des journaux du district. Tout propriétaire ou exploitant peut assister à une telle réunion, soit en personne, soit par son conseil, et interroger tout témoin cité par les arbitres sur tous les points qui peuvent l'intéresser, et citer lui-même des témoins concernant les mêmes points ; il peut présenter aux arbitres ses objections au jugement proposé. Les commissaires peuvent, par leur clerc ou secrétaire, assister à l'assemblée de la même manière et avec les mêmes privilèges.

Voici la procédure suivie par les arbitres en rendant leurs jugements écrits :

1. Ils spécifient à la fin de leur jugement la date et le lieu d'une réunion de la Commission et des arbitres, dans le but d'entendre les objections au jugement ; une telle réunion ne peut être tenue avant l'expiration du délai d'un mois depuis le prononcé du jugement.

2. Dix jours au moins avant cette réunion, la Commission annoncera, par la voie des journaux, le pro-

noncé d'un tel jugement dont les copies sont délivrées au bureau de la Commission moyennant le paiement de 1 shelling; elle annoncera également la date et le lieu de la réunion.

3. Toute personne dont les intérêts sont mis en cause par ce jugement, peut, trois jours avant la réunion, remettre au bureau de la Commission une note écrite spécifiant la nature de ses objections au jugement.

4. Au jour fixé, un au moins des arbitres, et quatre commissaires au moins, se réuniront à l'endroit désigné par le jugement, et entendront toutes les objections en séance publique, si le réclamant le demande; ils entendront les conseils et témoins du réclamant, et aussi les clercs ou secrétaires de la Commission, et tout témoin cité par l'une ou l'autre partie; la décision des arbitres et des commissaires présents, rendue à la majorité, sera définitive.

5. Aucun commissaire ne prendra part au vote, ni assistera à une séance, où l'on s'occupera des objections à un jugement relatif à une mine située dans le district dans lequel un tel commissaire est propriétaire ou exploitant.

Les arbitres siégeant, soit seuls, soit avec les commissaires, ont le pouvoir de déférer le serment à toute personne qui témoignera devant eux.

Les commissaires, siégeant seuls, et les arbitres siégeant avec les commissaires, ainsi que nous venons de l'expliquer, peuvent revoir et amender toute décision prise antérieurement; ils doivent, à la réquisition des parties, demander à une cour supérieure son avis sur une question de droit; cette cour confirme ou amende la décision, ou renvoie l'affaire à la Commission, avec son avis. Les décisions de la Commission sont exécutoires nonobstant appel, à moins qu'elle n'en décide autrement.

Quand tous les appels ont été épuisés, et en aucun cas, pas plus tard que quatre mois après la publication du jugement, les arbitres le modifient conformément aux décisions des commissaires sur l'appel indiqué ; ce jugement est signé par deux arbitres au moins et est accompagné de plans et de coupes.

Après s'être occupés de déterminer les limites de l'aire d'épuisement, les arbitres se sont occupés d'abord du drainage superficiel.

De l'exécution des travaux. — Lorsque les commissaires reçoivent des arbitres un rapport concernant des travaux à exécuter pour le drainage superficiel, s'ils approuvent ce rapport, ils commencent et continuent en toute diligence l'exécution de ces travaux, dans l'ordre spécifié au rapport, et ils agissent de la même manière avec toutes les décisions des arbitres concernant le drainage souterrain. Mais si les commissaires n'approuvent pas les travaux démandés par les arbitres ou l'ordre imposé pour les travaux, et si les commissaires et les arbitres ne peuvent en fin de compte s'entendre, le differend est alors porté devant un ingénieur que désignent les commissaires.

Ceux-ci ont le pouvoir d'exécuter tout rapport des arbitres, fait conformément aux pouvoirs que la loi leur confère.

Ils peuvent aussi boucher ou remplir les anciens puits de mines, suivant les conseils des arbitres. Mais, auparavant, ils doivent en donner avis au propriétaire et au locataire du terrain sur lequel le puits est situé. Si le propriétaire ni le locataire n'y font opposition dans les quinze jours, après avoir été avisés, le puits peut être bouché ou rempli, mais si, dans ce délai, des objections sont présentées, la Commission fixe un jour et un lieu de réunion des réclamants et des arbitres ; si les raisons présentées sont jugées raisonnables par

les arbitres, le travail décrété ne sera pas exécuté; mais si les arbitres n'admettent pas les raisons du réclamant, les commissaires peuvent fermer le puits, et soumettre sa réouverture à des conditions que les arbitres déterminent dans leur rapport. Les frais de ce travail sont payés par les taxes prélevées dans le district; et aucune réclamation ne peut être faite pour cette fermeture de puits, contre les commissaires.

Ceux-ci peuvent et doivent de même, en toute diligence après l'approbation des rapports des arbitres, exécuter de temps à autre les travaux ci-après indiqués, ou l'un quelconque d'entre eux; et tous les travaux qui s'y rattachent dans l'aire à drainer, et peuvent conserver ou modifier cet aire; pour l'exécution de leur mission, ils peuvent entrer dans, prendre, employer, par force ou de bon gré, d'une manière temporaire ou permanente, les terrains, mines et autres propriétés situées dans l'aire à drainer. Ils peuvent exécuter des drainages, égouts, réservoirs, ayant au plus $3^{m},30$ de largeur au fond; détourner ou améliorer des cours d'eau, élever ou abattre des digues, combler des marais, etc. Ils peuvent construire, entretenir et renouveler, de temps en temps, les machines, pompes, conduits et toutes les machines et installations nécessaires pour l'épuisement et le drainage des eaux accumulées, ou pénétrant par déversement ou infiltration dans des mines, actives ou épuisées, et pour éviter dans l'avenir de telles accumulations, déversements et infiltrations.

Ils peuvent construire, acheter, entretenir, changer de place, percer ou modifier n'importe comment, toute digue, pilier, massif, barrage ou autre défense contre la venue des eaux, pourvu qu'aucun de ces travaux ne soit enlevé, ni percé sans le consentement du propriétaire et de l'occupant des mines dans lesquelles ou entre lesquelles cette digue existe.

Ils peuvent acheter et acquérir ou prendre à bail ou occuper, pour un temps à convenir, ou à déterminer par experts, toute installation d'épuisement, et en faire usage suivant les pouvoirs qui leur sont conférés, ou bien, ils peuvent s'entendre avec les propriétaires ou les exploitants qui continueront à faire fonctionner une telle installation, à condition d'être indemnisés.

Ils peuvent mettre en demeure les propriétaires ou les exploitants de cesser de faire fonctionner ces installations, à condition que, si le propriétaire ou exploitant est d'avis que l'installation ne doit pas cesser de fonctionner, ou qu'elle n'est pas soumise à la compétence des commissaires, le cas sera soumis à l'arbitrage de quelques personnes à désigner par le ministre.

Ils peuvent s'entendre avec les propriétaires ou exploitants de moulins ou de canaux, ou avec d'autres personnes pour fournir à celle-ci de l'eau, et pour réparer, en leur place, des canaux, drainages, etc., à condition de ne pas faire concurrence aux sociétés existantes de conduites d'eaux et de respecter les eaux qui servent à l'ornementation des parcs des châteaux.

La majorité des exploitants, prise proportionnellement à l'impôt en faveur des pauvres (1), peut, en envoyant un mémoire justificatif aux commissaires, et signé par les propriétaires et exploitants, demander que les mines actives et les mines abandonnées situées dans leur district, cesseront d'être soumises à la Commission, en ce qui concerne l'épuisement ; ce qui mettra fin aux pouvoirs des commissaires, en ce qui concerne ce district, à condition, néanmoins, que les propriétaires et les exploitânts des mines situées dans un tel

(1) *The poor rate.*

district, seront et resteront imposables pour le paiement de toutes les dépenses faites par les commissaires, relativement à l'épuisement, dans le district, jusqu'au moment où les commissaires ont reçu le mémoire dont il s'agit ; et à condition que les propriétaires et les exploitants des mines situées dans un district ainsi exempté, puissent, dans un avenir quelconque, en vertu d'un mémoire signé par une majorité semblable des propriétaires et des exploitants des mines situées dans le dit district, être réadmis dans les opérations de la Commission, en ce qui concerne l'épuisement dans un tel district, avec les conditions que les commissaires imposeront ; et après avoir été réadmis, un tel district sera censé faire partie sous tous les rapports de l'aire soumise à la Commission.

Les exemptions sont subordonnées aux conditions suivantes :

1° Sur un rapport quelconque des arbitres désignant une autre répartition dans le nombre ou les limites des districts, tout district qui se serait exempté lui-même auparavant de la soumission à la Commission en ce qui concerne l'épuisement, restera sous l'autorité de celle-ci, à moins que la nouvelle répartition ne laisse absolument intactes les limites d'un tel district.

2° Les propriétaires et les exploitants de mines situées dans un district ainsi exempté sont et resteront imposables pour le paiement de tout l'argent emprunté par les commissaires antérieurement à l'exemption, en donnant en gage les taxes du district, et pour le paiement de l'intérêt de ces sommes.

Les commissaires doivent indemnité pour tout dommage causé par eux, ou par les arbitres ou leurs employés ; ces indemnités étaient d'abord déterminées par les tribunaux compétents ; elles sont à présent soumises à un arbitrage qui est réglé comme nous l'indiquerons plus loin.

Des taxes. — La taxe du drainage superficiel est payée, dans toute l'aire, semestriellement, proportionnellement à la quantité extraite durant ce temps.

Les commissaires fixent, d'après le jugement des arbitres, une taxe annuelle pour l'épuisement, réglée suivant le taux de chaque district. Cette taxe se paie d'avance, donc d'après une extraction probable, sauf à régler à la fin de l'année, la différence en plus ou en moins.

Ces deux taxes ne peuvent dépasser le tarif suivant :

a. Pour le drainage superficiel :

Par tonne de minerai de toute nature . . fr. 0.10

b. Pour l'épuisement :

Par tonne d'argile réfractaire	. . . . . fr.	0.30
Id.	de calcaire	0.30
Id.	minerai de fer	0.90
Id.	de charbon, etc.	0.90

Les contestations relatives aux taxes sont soumises à une expertise.

Les taxes servent à payer les arbitres, leurs employés, les dépenses faites par les commissaires à l'occasion de leurs fonctions, l'intérêt des sommes empruntées, les travaux décrétés ; elles servent également à augmenter le fonds de réserve ; mais aucune somme perçue dans un district, par la taxe de l'épuisement, ne peut être appliquée à des travaux dans un autre district.

Des emprunts. — Les commissaires peuvent contracter des emprunts pour l'exécution des travaux ; ils peuvent donner en gage, les propriétés et les taxes à percevoir. Cet engagement ne peut dépasser cinquante ans ; mais chaque district ne peut être donné en gage que pour l'argent emprunté dans son usage exclusif.

Des acquisitions de terrains. — Les commissaires peuvent acquérir à l'amiable ou louer, échanger et revendre des terrains ou propriétés nécessaires à l'exécution de leur mission.

Des expertises. — En cas de contestation quant aux indemnités, à moins que les deux parties ne s'accordent pour désigner un arbitre, chaque partie choisira un expert auquel l'affaire sera soumise.

Voici le règlement de ces expertises.

1. Les désignations des experts se font sur la signature des commissaires et des réclamants.

2. Chaque désignation sera notifiée à l'autre partie ; et cet échange de notifications équivaudra à la reconnaissance de l'expertise ; l'expert choisi ne sera révoqué qu'avec le consentement de l'autre partie ; et le décès de l'une des parties ne pourra agir comme une révocation.

3. Si dans les quinze jours après qu'une affaire soumise à expertise s'est présentée, et après qu'avis par écrit a été donné par la partie qui a choisi un expert, cet avis spécifiant le sujet de l'expertise, l'autre partie ayant reçu cet avis, néglige de désigner son expert, l'expert désigné par la première partie sera considéré comme désigné également par la seconde et agira au nom des deux parties.

4. Si avant la fin de l'expertise un expert meurt, ou refuse ou devient incapable d'agir, la partie correspondante peut désigner par écrit un autre expert, et si cette partie néglige de le faire dans les sept jours, après en avoir reçu notification de l'autre partie, l'expert restant peut agir seul ; tout nouvel expert aura les mêmes pouvoirs et autorités dont était investi l'expert qu'il remplace.

5. Si l'expert unique meurt, ou devient incapable d'agir avant d'avoir rendu son jugement ou s'abstient

de rendre son jugement, six semaines après sa nomination ou après un espace de temps qu'il aura fixé lui-même, l'affaire sera de nouveau soumise à expertise, comme une affaire nouvelle.

6. Dans le cas où il y a plus d'un expert, avant de commencer, les experts désignent par écrit un tiers-arbitre, et si la personne désignée meurt ou devient incapable d'agir, les experts choisiront une autre personne à sa place ; et si les experts n'ont pas désigné un tiers-arbitre sept jours après y avoir été requis par l'une des parties, le ministre du commerce, sur la demande d'une des parties, désignera un tiers-arbitre.

7. Si les experts ne rendent pas leur jugement dans les six semaines après que le dernier des deux a été désigné ou dans le délai qu'ils auront fixé au préalable, l'affaire sera tranchée par le tiers-arbitre.

8. Le délai accordé à l'expert unique ou aux experts pour rendre le jugement, ne dépassera jamais trois mois ; et celui accordé au tiers-arbitre, deux mois.

9. Avant de commencer leurs travaux, les experts et le tiers-arbitre feront la déclaration suivante devant le juge de paix :

« Je soussigné . . . . . déclare solennellement et sincèrement que j'entendrai et jugerai fidèlement et honnêtement l'affaire qui m'est soumise en vertu de l'acte du Parlement concernant... etc. »

10. Chaque expert ou le tiers-arbitre choisi en vertu de cet acte, peut requérir la production de tels documents utiles à l'affaire, en possession de l'une des parties, et peut déférer le serment aux parties ou à leurs témoins.

11. Les frais de l'expertise sont à la discrétion des experts et du tiers-arbitre.

12. Le jugement des experts ou du tiers-arbitre est final, décisif, et lie les deux parties.

Les questions soumises à expertises, quand la somme en discussion est moindre que 50 livres, peuvent être déférées, à la demande de l'une des deux parties, à une cour de juridiction sommaire.

Règlements. — Les commissaires ont le pouvoir de faire des règlements, et de comminer des amendes ; ces règlements ne peuvent concerner que la protection des travaux de la Commission et l'écoulement des eaux ; ils doivent être approuvés par les tribunaux.

Toute obstruction faite aux commissaires ou leurs délégués, est passible d'une amende dont le maximum est 250 francs.

Les droits des propriétaires des canaux, égouts, quais, distributions d'eau et de gaz, chemins de fer, etc., sont sauvegardés ; le consentement des propriétaires est nécessaire avant que les commissaires puissent y porter la main ; et des amendes sont comminées à charge de la Commision, en cas de dommages causés.

Résultats obtenus. — En 1872, avant le fonctionnement de l'institution, il y avait 139 pompes en activité, extrayant 216,000 mètres cubes d'eau par 24 heures.

A présent, la venue est réduite à 76,000 mètres cubes. Alors qu'avec les anciennes machines, le prix de l'épuisement de 100 mètres cubes élevés à 100 mètres variait de fr. 3-20 jusqu'à un chiffre impossible à déterminer, actuellement avec les nouvelles machines, le même travail est réduit à fr. 0,946.

Ainsi que nous venons de le dire, les frais propres de l'épuisement ont été réduits par l'emploi de machines perfectionnées ; mais le point délicat réside dans la création des voies d'exhaure, qui sont d'un entretien très coûteux, parce que les exploitants, en extrayant le charbon jusque contre leurs parois, les brisent.

D'après plusieurs exploitants, la gestion financière

de la société semblerait avoir été inhabile, et beaucoup d'entre eux, voudraient s'en retirer ; mais ce n'est guère facile, puisque la société à emprunté 12 millions de francs, en donnant en hypothèque le charbon non extrait.

Il faut reconnaître, cependant, qu'il a fallu des ingénieurs éminents pour exécuter un projet aussi grandiose.

Installations.

Les installations des puits où l'on exploite la couche Ten yards, et qui sont tous situés autour de Dudley sont en général fort primitives. Des machines d'extraction avec les engrenages et le tambour en dehors du modeste bâtiment abritant le cylindre unique, des puits à un compartiment utilisés, tant celui de retour d'air que celui de l'entrée, à l'extraction par une seule corde, la cage du puits d'air contrebalançant, sur le même tambour, la cage du puits d'extraction, des châssis à molettes en bois, des câbles ronds en fer ou en acier, des guides en bois ou plus souvent des guides formés par des câbles métalliques, des cages où les hommes se tiennent debout, une main appuyée sur une chaîne disposée dans ce but au toit de la cage sans la moindre fermeture aux quatre faces de la cage, un culbuteur à la surface, des chaudières cylindriqnes simples de grand diamètre, telles sont les installations de la plupart des puits.

Au fond, peu d'installations dignes de remarque. Je citerai pourtant une machine à air comprimé au charbonnage de Homerhill, remorquant par une seule corde les produits d'une exploitation en vallée ; la disposition est assez ingénieuse. (Pl. IV, fig. 8.) Après que le treuil a remonté jusque près de lui le train de huit chariots pleins, le tambour est désembrayé de

l'arbre moteur et le train, aiguillé sur une autre voie, descend jusqu'au puits en entraînant la corde; là, on attache à celle-ci huit chariots vides qui font de même le voyage jusqu'au fond de la vallée. Ces transports s'effectuent à grande vitesse.

Ainsi que j'ai eu l'occasion de le dire plus haut, le charbonnage de Sandwell Park est le plus beau du bassin du South-Staffordshire; autant les autres ont des installations primitives et modestes, autant Sandwell Park est monté grandiosement. Aussi nous allons décrire avec quelques détails les installations de la surface et celles du fond.

Ce charbonnage a deux puits d'extraction, situés l'un près de l'autre, et un puits d'air.

Le puits n° 1 (diamètre : 3 mètres) est le puits d'aérage et d'épuisement; il est monté pour l'extraction et sert à présent de réserve; il est fermé au moyen de clapets.

Le ventilateur est du système Waddle; il a $10^m,50$ de diamètre et son âme $3^m,45$. A soixante tours par minute, il produit 75 millimètres de dépression et aspire 33 mètres cubes par seconde.

Le puits n° 2 est un puits d'extraction (diamètre : $4^m,50$); il a atteint la couche Ten yards à la profondeur de 382 mètres; à ce niveau, la composition de la couche est la suivante :

Charbon	$11^m,27$
Minerai de fer et charbon . .	$3^m,35$

Les laies supérieures ($11^m,27$) sont seules exploitées.

L'accrochage, dont le niveau est 400 mètres, est fait dans les lits de minerai de fer et de charbon inférieures ; il est formé par une voûte en maçonnerie en plein cintre de $0^m,90$ d'épaisseur et de $6^m,30$ de diamètre, et d'un radier de même épaisseur ; la hauteur de cet accrochage est $5^m,25$.

L'extraction moyenne de ce puits est de 1,100 tonnes par jour; elle se fait en huit heures.

Le châssis à molettes est en bois; les guides sont des câbles en acier.

Les câbles d'extraction sont ronds, en acier, de 33 millimètres de diamètre, et pèsent $1^{k},35$ par mètre; le diamètre des cylindres de la machine d'extraction est de 90 centimètres; la course des pistons est $1^{m},80$; le câble s'enroule sur un tambour de $5^{m},40$ de diamètre; la pression de la vapeur est 3 atmosphères; la durée de l'ascension, 35 secondes; la vitesse d'un voyage, 41 kilomètres à l'heure.

La cage, qui pèse 1,625 kilogrammes contient quatre chariots; ceux-ci pèsent à vide 336 kilogrammes et contiennent 6 hectolitres.

Le puits n° 3 est monté identiquement comme le puits n° 1; sauf qu'il est muni d'un châssis à molettes en fer en treillis.

Transports mécaniques du fond. — La traction sur les maîtresses-galeries horizontales et sur les voies inclinées de l'exploitation en vallée est faite par des câbles flottants, dont les machines motrices sont situées à la surface. Les câbles descendent dans le puits n° 2 et dans le puits n° 3; ils y ont 25 millimètres de diamètre et sont en acier; ils actionnent des poulies placées à une vingtaine de mètres du fond des puits.

Dans les galeries, les câbles sont au dessus des chariots; ceux-ci sont attachés par couple au câble, à l'avant et à l'arrière au moyen de chaînes fixées au câble par une pince d'un système breveté en faveur de MM. Ward et Lloyd (pl. IV, fig. 9). Le serrage sur le câble est obtenu au moyen d'un joint articulé excentriquement; le dessin fait comprendre suffisamment le système.

Le traînage mécanique du puits n° 2 comprend deux

parties; l'une desservant le nord, de 1,820 mètres de longueur (pl. IV, fig. 11); l'autre, desservant le sud et en partie l'exploitation en vallée, respectivement de 290 et 450 mètres de longueur. La machine au jour a un cylindre de 0^m,50 de diamètre, la course du piston est 0^m,90; elle est alimentée par de la vapeur à 3 atmosphères; le frottement nécessaire pour l'entraînement du câble est obtenu par l'enroulement de quatre tours du câble sur une poulie. Le câble du transport marche à 4 kilomètres à l'heure; la machine fait un travail moyen de 180 chevaux.

Le transport mécanique du puits n° 3 est installé d'une façon analogue; sa longueur est de 2,700 mètres.

Surface. — Il s'y trouve également quelques câbles flottants, conduisant les chariots aux différents quais réservés à la vente à la campagne ou au chargement sur wagons de chemin de fer, ou au chargement sur bateaux.

Les puits sont admirablement situés; à quelques centaines de mètres d'un canal et d'une ligne ferrée, entourés de communes très peuplées.

Production du Bassin du South-Staffordshire.

D'après le rapport de l'inspecteur des mines, M. Beattie Scott, la production en 1887 et 1888 a été :

Années.	Charbon.	Argile réfractaire.	Minerai de fer.
1887	9.019.106	210.141	110.162
1888	9.773.788	220.011	68.062

Accidents survenus en 1888.

Il y a eu, durant cette année, dans les charbonnages, un ouvrier tué par 197.341 tonnes extraites, ou un ouvrier tué par 431 personnes employées.

(La moyenne pour toute l'Angleterre a été de 1 homme tué par 602 personnes employées.)

Les accidents se classent comme suit :

Années.	Accidents.	Morts.	Blessés.
1888	Explosions de grisou. . .	2	11
	Chutes du toit	27	110
	Accidents dans les puits . .	3	7
	Id. divers	15	96
	Id. à la surface . .	4	18
	Total. . .	51	242
1887	Total. . .	50	262

La moyenne des quinze dernières années, des morts par suite d'explosions de grisou a été de 5.06.

On voit que les accidents par suite de la chute du toit sont les plus nombreux ; ils sont surtout spéciaux à la couche *Ten yards ;* il faut citer ici un phénomène que les mineurs appellent *bump ;* ce sont des craquements du toit, qui résonnent comme des coups de canon et sont parfois accompagnés de forts éboulements.

Le rapport annuel pour 1888, adressé aux deux Chambres du Parlement par l'inspecteur des mines, contient, après la liste de cinquante-deux contraventions dressées à charge des propriétaires et des directeurs des mines, l'analyse des principaux accidents avec les noms des charbonnages et les suites judiciaires qui ont été données.

Nous traduisons, à titre de spécimens, quelques-unes de ces analyses.

Explosions de grisou. — La compagnie de Ewington Farm avait enfoncé son puits n° 1 jusqu'à la couche Deep coal. La couche Shallow avait été recoupée dans le puits à environ 20 mètres au dessus de la couche Deep coal. Ces deux couches donnent un peu de grisou.

Ordre avait été donné de monter un plancher à la couche supérieure (Shallow) sur lequel les hommes devaient se placer pour commencer un chassage dans cette couche. Ce chassage fut commencé par trois hommes, le matin du 28 février. A 9 heures 30 minutes du matin, une explosion se produisit dans le puits (l'homme de la recette du jour dit avoir vu les flammes sortir de l'orifice du puits). Aucune communication ne fut possible pendant un certain temps avec les hommes du puits, à cause de la présence des gaz délétères; mais quand la ventilation fut rétablie de façon qu'on pût arriver jusqu'à eux en sécurité, ils furent retrouvés évanouis sur le mur du chassage qui n'avait qu'un mètre de longueur. Ils étaient tous fortement brûlés et sur le point d'être asphyxiés par les gaz délétères; l'un d'eux, un jeune homme, mourut le même soir des suites de ses blessures.

A l'enquête, qui dut être ajournée, le directeur, qui, au moment de l'accident était malade, déclara qu'il avait mandé chez lui le chef de l'avaleresse, et qu'il lui avait donné ordre d'établir le plancher de façon qu'une planche diamétrale du puits fût dressée sur l'un de ses bouts, de façon à ménager un orifice égal à sa surface. Ceci, d'après sa déclaration, dans le but de prévenir l'accumulation de grisou sous le plancher. Les chargeurs au puits, occupés au moment de l'explosion, reconnurent dans l'enquête, que cette précaution n'avait pas été prise, et que le plancher était étanche ou à peu près.

L'accident a dû arriver comme suit; comme le menu et la boue du chassage tombaient sur le plancher, tous ses joints se bouchèrent bientôt, et le grisou que dégageait la couche inférieure (point qui a été reconnu par les témoins), montait et se logeait sous lui, jusqu'à ce que, amassé en quantité suffisante, il se mit à passer à

travers un interstice, et rencontra la flamme de la chandelle avec laquelle les hommes travaillaient. L'explosion s'ensuivit. La situation du plancher après l'accident, confirme cette explication. Une seule planche avait été projetée dans le fond du puits, et toutes les autres avaient été plus ou moins arrachées et projetées vers le haut.

Si un orifice avait été laissé ouvert, comme le directeur en avait donné l'ordre, et si on n'avait employé que des lampes de sûreté, comme on savait que la couche inférieure donnait du grisou, il est fort probable que cet accident ne serait pas arrivé. Mais dans un cas pareil, je conseillerais fortement l'emploi d'un plancher à claires voies, qui ne peut être obstrué, ni rendu étanche.

Chutes du toit. — Charbonnage de Rowley Hall.

Dans une taille de la couche Ten yards, on avait tiré une mine pour abattre une laie du toit, à $3^{m},50$ à 4 mètres de hauteur; toute la laie n'était pas tombée; il restait au toit un bloc de 30 centimètres formant pont suivant la largeur de la taille ($7^{m},20$). Ce bloc avait été sans aucun doute ébranlé par la mine; cependant on ne fit aucune tentative sérieuse, soit pour le faire tomber, soit pour le soutenir par un boisage. Peu de temps après, le bloc tomba, tuant deux hommes. La négligence dans ce cas me sembla si sérieuse que je crus devoir exposer tous les faits à M. le secrétaire d'Etat, qui ordonna des poursuites. Il fut prouvé devant le tribunal, que sur une surface du toit de 12 sur 7 mètres, on n'avait pas placé un seul bois; cependant on considéra que le directeur avait fait tout ce qui était en son pouvoir, pour se conformer aux prescriptions de la Règle 21 (1). J'ai bien confiance

(1) Règle 21. Le toit et les parois de toute galerie de circulation et de tout ouvrage présenteront toutes les conditions de sécurité, etc.

qu'une telle décision ne produira pas un accroissement du nombre d'accidents par éboulement, en amenant les directeurs à se relâcher de leur surveillance ; cependant cette décision est regrettable.

Accidents divers. — Charbonnage de Himley. On avait arrêté depuis trois mois une galerie et un quartier dans la couche Ten yards ; on résolut de les reprendre, et, comme le mur de cette couche gonfle fortement, on dut enlever 60 centimètres au mur. Deux autres ouvriers suivaient, enlevant une seconde tranche de 30 centimètres. Pendant ce travail, l'un d'eux enfonça violemment son pic dans le sol, et aussitôt une explosion se produisit. Dès qu'on put arriver jusqu'aux ouvriers, on les trouva fortement blessés ; ils moururent 10 jours après. Dans une mine comme celle-là, dans laquelle le grisou est inconnu, il ne pouvait s'agir d'une explosion de ce gaz ; en outre, il s'était dégagé une grande quantité de fumée blanche. Un examen, auquel procéda aussitôt le forfaitier, révéla l'existence d'un violent bouleversement du mur, d'où s'échappait encore de la fumée. On nettoya le mur, et on trouva les restes d'une caisse de poudre, capable de contenir 2 kilogrammes de cet explosif, et qui était percée d'un trou sur la paroi, comme celui que ferait un pic. Il est probable que lorsqu'on abandonna la galerie, trois mois auparavant, cette boîte a été oubliée, et que le mur en se gonflant, l'a recouverte de 90 centimètres de terres. L'ouvrier l'aura frappée avec son pic, perforant la paroi, et produisant une étincelle qui aura provoqué l'explosion.

Réclamations ouvrières adressées a l'inspecteur des mines.

Un chapitre curieux du rapport de M. Scott, est celui des « plaintes » à lui adressées par les ouvriers ; elles

ont été en 1888 au nombre de dix ; toutes, sauf une, étaient anonymes.

L'Inspecteur s'est occupé soigneusement de toutes, et il rend compte dans son rapport du résultat de ses enquêtes. Je me bornerai à citer quelques cas :

« On s'est plaint du boisage et de l'aérage du charbonnage de Romids Hill; après un examen attentif qui révéla un certain relâchement dans la discipline, j'ai obtenu une amélioration de la situation.

« On s'est plaint de l'état défectueux d'une voie d'air, au charbonnage de Aldridge; une nouvelle voie d'air a été établie.

« On s'est plaint du manque d'air au charbonnage de Roddings; on a signalé qu'un cheval avait été asphyxié dans les travaux par l'acide carbonique. L'enquête démontra une telle inobservation des prescriptions de la loi, que je signalai à M. le secrétaire d'Etat dix contraventions pour lesquelles des poursuites furent dirigées ».

Dans les autres cas, les plaintes ont été reconnues pour la plupart non fondées.

Règlementation.

La loi sur les mines (Coal Mines Regulation Act, 1887) (1), prévoit l'élaboration, par les directeurs de charbonnages, de règlements d'ordre intérieur. Ces règlements doivent être approuvés par l'Inspecteur du district, qui les généralise dans sa circonscription.

La loi exige qu'une ou plusieurs copies de ce règlement avec extrait de la loi, portant le nom et l'adresse de l'Inspecteur des mines, et les noms des propriétaire, directeur-gérant et directeur des travaux, soient placées en vue, à la mine, ou près de la mine, et toutes les personnes employées à la mine sont soumises à ce

(1) Voir la traduction française par M. Henrotte, ingénieur au Corps des Mines, dans le tome XLVI des *Annales des travaux publics*.

règlement. Une copie imprimée de ce règlement et de cet extrait de la loi, doit être remise gratis à tout ouvrier ou *gamin*, qui en fait la demande au bureau de paye.

Comme on a fait en Belgique, plusieurs tentatives infructueuses, pour rédiger des règlements d'ordre intérieur, nous croyons utile de donner la traduction du règlement du bassin du South-Staffordshire.

Règlement d'ordre intérieur du South-Staffordshire.

Directeur diplômé (Directeur des travaux).

1. Il sera responsable du contrôle, de l'organisation et de la direction de la mine, y compris tout puits en enfoncement et tout niveau et plan incliné en creusement, et tous les puits, et toutes les galeries de niveau, plans, travaux, voies de roulage et évitements, au fond et à la surface, dans la mine ou son voisinage, et appartenant à la mine.

2. Il désignera autant de personnes compétentes que de besoin, pour l'exécution des prescriptions de la loi ; il veillera aussi à la sécurité et à la discipline des personnes employées dans la mine ou les mines placées sous son contrôle.

Sous-directeur (Ingénieur des travaux).

3. Il exercera, en l'absence du directeur, une inspection journalière, et aura la même responsabilité, et sera soumis aux mêmes obligations que la loi impose aux directeurs.

Chef porion.

4. Il sera responsable des prescriptions suivantes, en tant qu'elles soient raisonnablement praticables.

5. Il se conformera aux instructions du propriétaire, du directeur-gérant, du directeur des travaux ou de toute autre personne qui peut être désignée en conformité avec la loi, pour agir en lieu et place de l'un de ceux-ci, dans toutes les matières relatives à l'ouverture et à la conduite des travaux, et en aucun cas, il n'ouvrira de nouveaux travaux, sans les instructions du propriétaire, du directeur-gérant ou du directeur des travaux.

6. Il aura la pleine direction des hommes employés au fond, et pourra disposer de tout ouvrier, pour l'exécution de réparations ou de mesures propres à assurer la sécurité des hommes et de la mine.

7. Il ne s'absentera pas de la mine, ni le jour, ni la nuit, aussi longtemps qu'une personne est employée dans les travaux, sans laisser une personne compétente en fonction; et si son absence est plus que temporaire, il la notifiera, sans retard, au propriétaire, au directeur-gérant, ou au directeur des travaux, ou à telle autre personne qui peut être désignée pour agir en lieu et place de l'un de ceux-ci.

8. Il veillera à ce qu'aucun gamin de 12 à 16 ans ne soit employé dans les travaux plus de 54 heures en une semaine, ou plus de 10 heures en un jour; et s'il trouve un tel gamin de 12 à 16 ans, il en fera un rapport au bureau du charbonnage, en donnant le nom, l'âge et le domicile du gamin.

9. Il veillera à ce qu'aucune personne, non employée jusqu'alors à l'abatage du charbon ou du minerai de fer, ne travaille seule, comme abatteur, à front des travaux, avant qu'il n'ait deux années d'expérience de ce genre de travail, durant lesquelles, il sera resté sous la surveillance d'hommes habiles, ou à moins qu'il n'ait auparavant été employé pendant deux ans dans les tailles ou leurs environs.

10. En cas d'accident survenu à n'importe quelle personne, par n'importe quelle cause, il en fera rapport, sans délai, au bureau du charbonnage.

11. Il ne permettra pas le travail, en quelques circonstances que cè soit, dans un puits en enfoncement ou non, si les rails des chariots conduisent directement à l'orifice du puits, à moins qu'une disposition ne soit prise pour prévenir la chute des chariots dans le puits.

12. Il ne permettra à n'importe quel ouvrier de franchir les *stations* déterminées par le directeur des travaux, avant que la mine au delà de ces stations, n'ait été inspectée et reconnue sûre par la *personne compétente*.

13. Il veillera à ce que toutes les entrées aux endroits où l'on ne travaille pas actuellement, ou qui ne sont pas actuellement en prolongement, soient convenablement closes par une palissade suivant toute la largeur, de manière à prévenir que des personnes n'y entrent par inadvertance.

14. Il veillera à ce que les toits et les parois de toute voie de passage et de tout chantier de travail soient rendus sûrs, et que toute voie de passage sur laquelle on emploie un cheval ou tout autre animal de trait, soit de dimensions suffisantes pour permettre au cheval et à l'animal de trait d'y passer, sans frotter contre le toit ou le boisage.

15. Il veillera à pourvoir de bois convenables, les chantiers de travail, les fronts de galeries en avancement, les voies de garage, évitements, ou toutes autres places semblables dans la mine, à la convenance des ouvriers.

16. Il veillera à ce que les voies d'air soient entretenues propres, et à la section prescrite par le directeur-gérant ou par le directeur des travaux, ou de

telle autre personne qui peut être désignée conformément à la loi ; et que des stoupures convenables soient faites, là où il en est besoin, et qu'elles soient entretenues en bon état.

17. Il ne permettra pas l'emploi de lampes ou de lumières autres que des lampes de sûreté, fermées :

a. dans toute place de la mine où il est probable qu'il se trouve une telle quantité de gaz inflammable qu'elle rend dangereux l'usage des feux nus ;

b. dans tout travail qui est sur le point de rencontrer une excavation dans laquelle il est probable que le grisou s'est accumulé.

18. Il veillera à ce que les prescriptions de la loi, et du règlement spécial, relatif à l'usage des substances explosives dans la mine, soient strictement observées. Il ne permettra pas le tirage d'un seul coup de mine dans une voie de retour d'air sur le toit et les parois de laquelle adhère de la poussière, à moins que les conditions mentionnées dans la règle générale 12 (*h* et *i*) ne soient observées ; et si l'on découvre du grisou durant un poste, il n'autorisera pas l'allumage d'une seule mine, à moins que celle-ci ne soit tirée conformément à la dite règle.

19. Il veillera à ce que tout travail, marchant vers un endroit où il est probable qu'une accumulation dangereuse d'eau s'est produite, et à 36 mètres de cet endroit, n'ait pas une largeur excédant $2^m,40$, et que l'avancement soit constamment précédé, à une distance suffisante, à $4^m,50$ au minimum, d'un trou de sonde au centre de l'ouvrage et de trous en nombre suffisant en flanc sur les deux faces.

20. Il veillera à ce que les appareils pour la transmission des signaux sur tout plan incliné sur lequel des personnes circulent, soient entretenus en bon état, et que les trous de refuge de tous les plans inclinés et

de toutes les voies de roulage soient entretenus propres et capables de servir à leur destination; il veillera aussi à ce que le code des signaux arrêté par le propriétaire ou le directeur gérant, soit affiché dans chaque bâtiment de machine d'extraction, et à la tête et au pied des plans inclinés et des voies de niveau, dont la longueur excède 90 mètres.

21. Il inspectera, ou fera inspecter par une personne compétente, au moins une fois par poste, toutes les parties de la mine placée sous sa surveillance, et dans lesquelles les hommes doivent travailler ou passer pendant ce poste.

22. Il inspectera tout au moins, lui-même, telles parties de la mine qui lui seraient signalées comme non sûres, ou méritant son attention pour quelque cause que ce soit, et fera porter remède à tout défaut quelconque.

Chefs de taille et forfaitiers.

23. Ils obéiront strictement aux instructions que le directeur des travaux et le chef porion leur donneront, pour assurer la sécurité du toit et des parois de leurs voies et de leurs tailles; ils veilleront à ce que les ouvriers qu'ils emploient ménagent, dans l'abatage des *éperons* et placent des étançons pendant le havage, à une distance d'au plus $1^m,80$, et à une distance moindre, s'il est nécessaire.

L'un, au moins, des chefs de taille restera pour surveiller la taille, jusqu'à ce que le travail du jour soit terminé. Dans le cas où ils trouveraient que, par suite de la présence de gaz inflammable, ou par toute autre cause que ce soit, leur chantier ne présente pas de sécurité, ils sont tenus de s'en retirer avec leurs aides, jusqu'à ce que remède ait été apporté.

Personne compétente (porion).

24. Elle se conformera à toutes les obligations qui lui sont imposées par la règle générale 4 de la loi, pour l'examen et l'inspection de la mine ; et elle fera cette inspection dans les deux heures à partir du commencement du poste. Un tel examen comprendra les puits et les guidonnages, et sera commencé à partir de l'orifice des puits, avec une lampe de sûreté. Elle fera rapport de sa visite, comme il est prescrit par la loi.

25. Cet agent fera au moins une inspection semblable, durant chaque poste, de toutes les parties de la mine dans lesquelles les ouvriers travaillent, ou par lesquelles ils doivent passer pendant ce poste ; mais il ne devra pas nécessairement rédiger, dans un registre, un rapport de chaque inspection, pourvu que, dans le cas d'une mine en activité continuellement pendant les vingt-quatre heures, par une succession de postes, le rapport de l'une de ces inspections soit inscrit dans la manière demandée ci-dessus.

26. Il exécutera les devoirs imposés par la règle générale 7. (Evacuation des travaux en cas de danger.)

27. Conformément à la règle générale 7, il défendra, s'il le juge nécessaire, à tout ouvrier, d'entrer dans la mine, ou dans toute partie de la mine, trouvée dangereuse, et il fermera par une cloison l'entrée de mine ou de cette partie de la mine reconnue dangereuse, sur toute la largeur de cette entrée, de manière à prévenir que des personnes ne s'y engagent par inadvertance ; et sur la cloison, il fixera une planche portant le mot : *danger*, ou tout autre signal.

28. Il veillera à ce que le plancher soit placé sur la potelle (bougnou) du puits, avant que les hommes ne descendent, et à ce que la potelle soit convenable-

ment garnie de barrières, quand elle n'est pas recouverte.

Machiniste du transport mécanique souterrain. — Freineurs, cayateurs et gamins de trains sur les plans inclinés automoteurs ou non.

29. Le machiniste surveillera, attentivement et soigneusement, le fonctionnement de la machine et de tout l'appareil. Il passera en revue, tous les matins avant la mise en marche, la machine, les chaudières, tambours, cordes, chaînes de suspension des cages ou des cuffats, ou autres appareils se trouvant dans la salle de la machine ou ses environs; et s'il trouve quelque point faible, ou défaut, et s'il appréhende quelque danger, il doit informer immédiatement le directeur des travaux ou le chef porion. Le machiniste nettoiera les chaudières aussi souvent qu'il sera prescrit par le chef mécanicien ou par le directeur.

30. Le freineur veillera à ce que durant son travail, la machinerie, les cordes, les signaux, etc., soient en bon état de fonctionnement, et s'il s'aperçoit de quelque dérangement, il doit en faire part immédiatement au chef porion ou au porion. Il doit user de prudence dans la conduite des chariots, et veiller à ce qu'ils soient accrochés d'une façon sûre. Il portera son attention sur la réception et la transmission des signaux.

31. Le machiniste ou le freineur, prêtera en tout temps une attention stricte au code des signaux, et s'il s'aperçoit de quelque dérangement, il arrêtera immédiatement le train et la machine, jusqu'à ce que le défaut ait été réparé.

32. Le cayateur ou toute autre personne désignée par le chef porion, doit fixer une fiche suspendue par une chaîne, à l'arrière du train montant sur le plan incliné.

Ouvriers du fond.

33. Chaque ouvrier s'engage, en s'enrôlant, à suivre les règles générales et le règlement particulier, ainsi qu'ils sont affichés à la mine où il est occupé. Il s'y conformera, et sera lié par eux en toutes circonstances.

34. Aucun mineur ne descendra dans le puits, contrairement à la défense du taqueur du jour, ni ne remontera contrairement à la défense de l'accrocheur; il n'entrera pas dans la cage ou le cuffat, et n'en sortira pas, pendant que celle-ci ou celui-ci est en mouvement, ni avant que la cage ou le cuffat ne soit arrêté à l'accrochage.

35. Aucun ouvrier ne descendra dans la mine, ni y restera, lorsqu'il sera en état d'ébriété.

36. Tout mineur, en toutes choses relatives au travail de la mine, ou à sa propre sécurité, ou à la sécurité des autres ou de la mine, obéira strictement aux ordres du directeur des travaux, des chefs porions, ou des personnes compétentes.

37. Aucun mineur, sous aucun prétexte, ne dépassera la *station* ou les *stations* désignées par le directeur des travaux, les chefs porions ou les personnes compétentes, jusqu'à ce que les voies et les travaux au delà de ces *stations*, aient été reconnues sûres.

38. Tout mineur ne peut aller dans les travaux ailleurs que là où il a ordre de travailler, sans l'assentiment spécial du directeur des travaux, du chef porion ou des personnes compétentes.

39. Quand les mineurs ont été retirés d'un endroit des travaux, à cause d'un danger qui y existe, ils ne rentreront pas dans cet endroit sans en avoir reçu l'ordre du directeur des travaux, des chefs porions ou des personnes compétentes.

40. Tout mineur cessera, sur l'ordre du directeur des travaux, du chef porion ou des personnes compétentes, d'user d'une lampe à feu nu, et fera exclusivement usage d'une lampe de sûreté dont il sera muni, et ce jusqu'à ce qu'il en soit ordonné autrement.

41. Aucun mineur ne sera porteur d'une lampe à feu nu, d'allumettes ou de toute autre matière inflammable, en quelque partie de la mine que ce soit où seules les lampes de sûreté peuvent être employées ; il n'ouvrira pas sa lampe, ni ne s'en servira pour allumer quoi que ce soit ; il n'aura en sa possession ni clef, ni autre moyen d'ouvrir les lampes de sûreté. Aucun ouvrier, dans aucune circonstance, ne fumera, ni n'allumera du tabac dans une mine où du gaz inflammable a été trouvé.

42. Tout mineur, en quittant son poste de travail, veillera à ne pas laisser de chandelle ni de lampe allumées, ni à son poste, ni en quelque partie des travaux où il passe, ou aux abords desquels il passe, à moins que ce luminaire ne soit à l'usage de personnes qui restent encore dans les travaux.

43. Tout mineur qui découvrirait un éboulement arrêtant la ventilation, ou du gaz, ou un danger pour la vie des hommes, résultant de n'importe quelle cause, en donnerait immédiatement avis au directeur des travaux, au chef porion ou aux personnes compétentes.

44. Tout mineur se conformera aux prescriptions de la Règle générale 12 (usage des explosifs) ; il n'emploiera en aucune façon, et il n'aura en sa possession, ni aiguille, curette, bourroir en fer ou en acier ; il ne formera pas le bourrage de sa mine au moyen de charbon ou de poussière de charbon. Il ne fera entrer de force aucun explosif dans un trou de mine de section insuffisante, et ne débourrera pas une mine ratée.

Il ne forera pas un nouveau trou à moins de $0^m,15$ d'un raté.

45. Aucun mineur, sous quelque prétexte que ce soit, n'allumera un soufflard ou une accumulation de gaz; il n'endommagera ni voie d'aérage, ni royon (cloison) ou stoupure, ni ne laissera de porte ouverte, entièrement ou partiellement ; il ne commettra aucun acte qui puisse affecter la ventilation de la mine ou la sécurité des hommes, ou qui puisse compromettre la mine.

46. Tout mineur travaillant dans une taille, une voie ou tout autre chantier, fera, en dehors de l'examen ordinaire, une inspection lui-même de son chantier de travail, avant d'attaquer son ouvrage, au commencement du poste, et après toute interruption de travail pendant le poste, avec une lampe de sûreté partout où c'est nécessaire et, en tous cas, dans toutes les galeries en avance sur les tailles.

47. Tout mineur placera des bois, élèvera des piles de bois (*cogs*), ou laissera des éperons (*spurns*), pendant le havage, dans la méthode long-wall, ou dans la méthode des piliers, au plus à $1^m,80$ de distance, et à une distance moindre si c'est nécessaire ; et dans l'abatage il ménagera des « éperons » convenables, suivant les instructions du directeur des travaux, des chefs porions ou des personnes compétentes ; et s'il n'a pas de bois en quantité suffisante, il cessera son travail et en fera rapport au directeur, chefs porions ou personnes compétentes.

48. Aucun mineur, sous aucun prétexte que ce soit, n'entrera dans une partie de la mine qui est fermée par un barrage ; il ne franchira ni barrage, ni signal « *danger* ».

49. Un mineur, avant d'employer un gamin de 12 à 16 ans, fera connaître le nom, l'âge et le

domicile d'un tel gamin au directeur des travaux ou à toute autre personne désignée par ce dernier. Il ne permettra à aucune personne occupée à sa solde, de travailler seul à front des tailles, avant qu'il n'ait deux années d'expérience d'un tel travail.

50. Si un mineur ne tient pas compte de l'une ou l'autre des Règles générales ou des Règles spéciales, ou l'enfreint volontairement, ou désobéit aux ordres du directeur des travaux, du chef porion ou des personnes compétentes ; ou bien s'il paraît au directeur des travaux, au chef porion ou aux porions, que par sa mauvaise conduite, son incapacité ou sa négligence, un mineur met en danger, de quelque manière que ce soit, sa propre sécurité ou celle des ouvriers, celle de la mine ou celle de la machinerie, le directeur des travaux, le chef porion ou le porion peut lui ordonner de quitter la mine ; et le mineur sera obligé de la quitter en conséquence ; mais rien dans cette règle ne portera préjudice au droit du propriétaire ou du directeur gérant, de recourir à la justice pour se faire indemniser du dommage causé.

51. Dans les travaux, aucun homme ni gamin ne montera sur le dos d'un cheval ou sur les harnais de celui-ci, ni sur une chaîne de plan incliné, attachée à un chariot, ni sur un chariot chargé.

Foyer ou ventilateur.

52. Tout chauffeur soignera attentivement le foyer qui lui est confié, conservant en tout temps son feu clair, de façon à maintenir une ventilation efficace de la mine, et là où des chauffeurs sont employés jour et nuit, les chauffeurs se relayeront sur poste.

53. Aucun étranger ni ouvrier, sauf la personne désignée, n'entrera pour une raison quelconque dans le bâtiment ou dans la galerie du ventilateur. La per-

sonne désignée veillera à ce que tous les coussinets soient graissés convenablement, et que le ventilateur conserve une bonne marche. Personne, pour n'importe quel motif, n'entrera dans la galerie du ventilateur avec un feu nu ; on doit faire usage d'une lampe de sûreté. Pour aucun motif, le ventilateur ne sera mis à une autre vitesse que celle indiquée par le directeur des travaux ou la personne compétente.

Lampes de sûreté.

54. On emploiera des lampes de sûreté pour l'inspection de tous les travaux, et aussi dans les travaux anciens ou inactifs, et dans les remblais.

55. Dans tels districts de la mine que le directeur des travaux indiquera, des *stations* seront indiquées, au delà desquelles personne, sous aucun prétexte que ce soit, ne sera porteur de chandelles, lanternes, pipes à tabac, feux nus, ou matières inflammables de n'importe quelle espèce, ou appareil propre à donner du feu.

56. Personne, sans une autorisation écrite, n'aura en sa possession dans les travaux, une clef ou tout autre appareil, pour l'ouverture de sa lampe de sûreté; il n'y aura non plus de clefs à l'accrochage, excepté celles qui seront en mains de personnes désignées.

57. Le chef porion et le porion auront tout pouvoir d'indiquer aux ouvriers comment ils doivent se servir de leur lampe de sûreté, et où ils doivent la placer pendant leur travail, et tout ouvrier se conformera strictement à de telles instructions.

58. Si un accident arrive, pendant son emploi, à une lampe, dont la toile est endommagée, ou si l'huile s'est répandue sur la toile, ou si par tout autre motif elle n'est plus de sûreté, la personne qui fait usage de cette lampe, doit éteindre immédiatement la lumière

par l'un des moyens dont la lampe est pourvue dans ce but; cette lampe sera immédiatement portée à la station où les lampes sont examinées, et ne sera pas réemployée avant d'avoir été convenablement examinée par la personne désignée.

59. Toute personne, observant du gaz dans sa lampe, baissera la flamme au moyen de la mouchette, ou au moyen des autres dispositifs dont est pourvue la lampe, et garantissant la lampe, il l'enlèvera prudemment et lentement; il quittera la place immédiatement, et en donnera avis au porion.

60. Il est strictement prescrit à toute personne à laquelle une lampe de sûreté est confiée, de n'y toucher que pour l'arrangement de la mèche au moyen de la mouchette.

61. Aucune lampe de sûreté ne sera placée en une position qui ne soit éloignée d'au moins $0^m,60$ de la trajectoire parcourue par le pic, ou tout autre outil du mineur.

62. Si une personne, à qui une lampe de sûreté est confiée, tombe sans feu, elle fera porter sa lampe à la station où les lampes sont examinées, pour être rallumée, réexaminée, et fermée par un agent spécial, avant que cette lampe ne soit mise à nouveau en usage.

63. Il est expressément prescrit à tout ouvrier ou à toute personne quelconque, témoin d'un mauvais maniement des lampes de sûreté par n'importe qui, d'en informer immédiatement le surveillant actuellement en service dans le puits, lequel doit en donner avis au directeur, de façon à faire punir le coupable. Il y aura à la mine une station, où toutes les lampes seront conservées et où elles resteront déposées.

Taqueur du jour et accrocheur du fond.

64. Le taqueur du jour sera responsable de l'état de la recette, et veillera à ce que l'orifice du puits, à la distance de $1^m,80$, reste libre de tout charbon, boue ou autres matériaux épars ; à ce que les barrières du puits soient actionnées régulièrement à ce que celles-ci et tous les appareils de la recette soient en bon état ; il fera connaître la condition dans laquelle ces appareils se trouvent, au directeur des travaux, ou au chef mécanicien, ou à toute autre personne compétente, désignée à cette fin ; et ce aussi souvent qu'il sera nécessaire.

65. Le taqueur ne permettra à personne, sinon aux personnes employées dans le puits, d'y descendre, ou de rester à la recette, sans une autorisation spéciale ; il ne permettra de descendre ni à une personne en état d'ébriété ; ni à un gamin âgé de moins de 16 ans, à moins que ce dernier ne soit accompagné par un homme fait.

66. Le taqueur donnera, en tout cas, au machiniste le signal convenable conformément au code des signaux (Règle spéciale, n° 75), pour la descente de la cage ou du cuffat, et il ne permettra à personne d'entrer dans la cage ou le cuffat, avant qu'il n'ait donné le signal convenable au machiniste et à l'accrocheur du fond, et qu'il n'ait reçu un signal en réponse.

Il ne permettra à personne, sauf en cas de nécessité, de circuler dans une cage ou cuffat, alors que l'autre cage ou cuffat est chargé. De même, il est interdit de circuler dans les plans inclinés en prenant place dans un chariot vide, contrebalancé par un chariot plein.

67. Il ne permettra pas de descendre à plus de personnes à la fois, qu'il n'est affiché à la recette, et là où le nombre n'est pas affiché, il n'en laissera pas descendre plus de huit à la fois.

68. Le taqueur ne permettra à personne de descendre avec des outils ou des bois ou d'autres objets, sans voir que ceux-ci ont été déposés d'une manière assurée sur le fond de la cage ou du cuffat, et il sera responsable de la bonne mise en place des chariots ou des bennes dans la cage descendante.

69. Le taqueur veillera soigneusement à ce que le ponton (truck) roulant, ou tout autre appareil disposé pour la réception, soit placé sur le puits aussitôt que la cage ou le cuffat est suffisamment élevé au dessus de l'orifice pour permettre le fonctionnement de cet appareil.

70. Le taqueur ne quittera, sous aucun prétexte, la recette durant l'ascension ou la descente de personnes dans le puits, et là où il n'est pas fait usage de cages, il ne laissera descendre les personnes que dans le cuffat, ou dans tout appareil convenable.

71. L'accrocheur descendra avec les premiers ouvriers. Il sera responsable de la mise en place convenable des chariots ou des tonnes dans la cage montante, ou de leur connexion avec les chaînes d'attache; il surveillera en tout cas, que la cage soit en état convenable pour monter dans le puits.

72. Il ne permettra la montée à plus de personnes à la fois, qu'il n'est affiché à l'accrochage, et là où le nombre n'est pas fini, il ne laissera pas monter plus de huit personnes à la fois.

73. Il ne permettra à personne de monter en se placant sur un chariot, ou cuffat, plein, ni en même temps qu'un tel chariot ou cuffat, ni non plus sans qu'il n'ait vu que le cuffat ou tout autre appareil convenable, est attaché d'une façon sûre aux chaînes de connexion.

Il donnera, quand des personnes vont monter dans le puits, le signal convenable selon le code des signaux

(règle spéciale n° 75), au machiniste et au taqueur du jour, et ne permettra pas aux ouvriers d'entrer dans la cage avant qu'il n'ait reçu le signal en réponse.

74. L'accrocheur restera dans le puits jusqu'à ce que les hommes et les gamins de son poste soient remontés ; à moins qu'il n'en soit ordonné autrement par les surveillants en service ; et sous aucun prétexte que ce soit, il n'abandonnera le fond du puits pendant la montée ou la descente des personnes, excepté quand il remontera avec le dernier homme ou avec les derniers hommes du poste ; il donnera toujours, quand il aura reçu le signal annonçant que des personnes vont descendre, le signal en réponse, et d'une façon générale, sera responsable en partage avec le taqueur du jour, de l'observation convenable de telles parties des prescriptions qui lui sont applicables.

Le code suivant des signaux sera observé.

75. Une sonnette, ou tout autre signal sera disposé dans tout bâtiment de machine d'extraction, et aussi sur tout châssis à molettes. Ces appareils seront disposés ainsi que l'exigeront les différents cas ; ils seront en connexion avec l'accrochage.

L'accrocheur du fond fera les signaux suivants :

De l'accrochage à la recette.

Montez la cage ou la charge	1 *coup.*
Descendez la cage ou la charge . . .	2 *coups.*
Montez doucement	3 *coups.*
Réponse au signal lui annonçant la descente de personnes	2 *coups.*

Pour la remonte du personnel.

Avant que les ouvriers n'entrent dans la cage, l'accrocheur du fond sonnera . . .	4 *coups.*

Après qu'il aura reçu le signal, en réponse, du taqueur du jour (1 coup), il laissera entrer les hommes dans la cage, et alors sonnera 1 *coup*.

Une sonnette, ou tout autre signal, sera disposée dans tout accrochage; elle sera en connexion avec la recette du jour, et les signaux suivants seront donnés par le *taqueur du jour*.

Pour la descente du personnel.

Avant que les hommes n'entrent dans la cage, le *taqueur du jour* sonnera à l'accrocheur du fond . . . . 2 *coups*.

Après qu'il aura reçu le signal en réponse (2 coups) de l'accrocheur du fond, il laissera entrer les hommes dans la cage et sonnera au machiniste . . . . 3 *coups*.
suivis, pour la descente de . . . . . . 2 *coups*.

En réponse à l'annonce de la montée de personnes, il sonnera . . . . 1 *coup*.

Signal pour arrêter la cage ou le cuffat en mouvement . . . . 1 *coup*.

Le code des signaux, ainsi que le nombre de personnes autorisées à prendre place à la fois dans la cage, sera affiché sur une planche, sur le châssis à molettes et dans l'accrochage.

Chef mécanicien.

76. Le mécanicien du charbonnage, ou toute autre personne compétente désignée à cette fin, examinera au moins une fois tous les vingt-quatre heures, l'état des machines, chaudières, bobines, treuils, cordes ou chaînes, et les autres appareils, à chaque puits sous sa surveillance; une fois par semaine, il examinera les puits, guides et mains courantes; il transcrira des

rapports fidèles des résultats de ses visites, dans des registres réservés à cette fin, et les signera ; s'il s'aperçoit de quelque défaut sérieux, ou si on lui en signale il le fera réparer aussitôt que possible, et arrêtera l'extraction jusqu'à ce que le défaut soit réparé ; il veillera à ce que les planchers et tout autre dispositif du même genre soient convenablement construits et entretenus en bon état. Lui, ou quelque autre personne désignée à cette fin, visitera les chaudières à l'intérieur et dans les carneaux, lorsqu'elles seront vidées pour le nettoyage.

77. Il veillera à ce que, conformément à la loi, un machiniste soit en service durant tout le temps que des hommes sont dans les travaux.

78. Il veillera à ce qu'on ne fasse pas usage de cordes ou de chaînes usées ou non sûres.

79. Il veillera à ce que là où le tambour de la machine d'extraction est disposé de telle sorte qu'il pourrait être jeté en bas de l'engrenage, il soit pourvu d'une vis, ou d'un autre dispositif mécanique qui le retienne dans l'engrenage de la machine.

80. Il veillera à ce que là où la distance de la machine au puits dépasse 27 mètres, des appareils pour la transmission des signaux de la recette au machiniste soient placés ; et à ce que des dispositions soient prises pour permettre au machiniste de donner des signaux en réponse au taqueur du jour.

81. Là où des dispositions automatiques ne sont pas prises pour éviter la mise à molettes des cages, il fera marquer sur l'indicateur de la marche de celle-ci, un point auquel, dans la montée des hommes, la cage ne marchera pas à une vitesse dépassant $1^{m},34$ à la seconde ; la distance de ce point au jour ne sera pas moindre que le 1/10 de la profondeur du puits.

Machiniste d'extraction.

82. Il examinera, au moins une fois par jour, la machine, les chaudières, les bobines et tous les appareils qui en dépendent et fera connaître l'état de ceux-ci au directeur des travaux, au chef mécanicien, ou à toute autre personne désignée à cette fin, aussi souvent qu'il sera nécessaire; et s'il découvre un défaut sérieux, il cessera son travail jusqu'à ce qu'il y ait été porté remède. Il sera responsable de la propreté de la machine et du nettoyage, répété autant que de besoin, des chaudières. Il inspectera fréquemment l'état des soupapes, manomètres, tube en verre ou flotteur de chaque chaudière, et les entretiendra en bon état de fonctionnement; il apportera une attention spéciale à l'alimentation de l'eau; et ne laissera en aucun cas la pression s'élever dans les chaudières au delà de celle autorisée par le directeur des travaux, le chef mécanicien ou par toute autre personne désignée à cette fin; il graissera convenablement la machine, et la soignera sous tous les rapports, afin qu'elle soit constamment en bon état de fonctionnement.

83. Il se trouvera tous les jours à sa machine, un temps suffisant avant l'heure fixée pour la descente du personnel, afin d'avoir sa machine prête à fonctionner, et de descendre la personne dont la mission est d'inspecter les travaux, avant la descente des ouvriers; avant de descendre n'importe qui, il examinera soigneusement l'état de la machine d'extraction, et fera descendre et remonter une fois la corde ou la chaîne dans le puits; il verra s'il reste une quantité suffisante de corde ou de chaîne sur le tambour quand la charge est au fond; et là où le tambour est retenu sur un engrenage par un appareil mécanique, si celui-ci est en bon état.

84. Il se conformera soigneusement aux signaux du taqueur et de l'accrocheur, selon le code des signaux (Règle spéciale n° 95), et quand le signal est donné pour la montée et la descente de personnes, il donnera toujours un signal clair, en réponse au taqueur du jour, avant de mettre sa machine en marche.

85. Il ne descendra ni ne remontera personne dans le puits, en l'absence du taqueur du jour, ni ne lâchera le levier de changement de marche, pendant que des personnes remontent ou descendent. Il ne descendra ni ne remontera pas les hommes à une vitesse supérieure à celle prescrite par le directeur des travaux, le chef mécanicien ou toute autre personne désignée à cette fin. Dans la remonte ou la descente du personnel, il ne dépassera pas la vitesse de $1^m,34$ à la seconde, lorsque la cage a atteint le point dans le puits fixé par la direction, et inscrit sur l'indicateur de la marche des cages.

86. Il ne permettra à personne de rester dans la salle de la machine, pour quelque motif que ce soit, et ne confiera pas sa machine à une autre personne, sans l'autorisation du propriétaire, du directeur des travaux ou du chef mécanicien ; il sera de service aussi longtemps que des ouvriers appartenant au poste auquel il travaille, sont dans les travaux.

Avis d'empêchement.

87. Tout employé empêché de remplir ses fonctions en avisera son supérieur immédiat en temps, afin que celui-ci puisse lui trouver un remplaçant.

Avaleurs.

88. Le chef d'avaleresse, chargé des travaux d'enfoncement, examinera chaque jour le puits, les cordes,

chaînes, chariots, et toutes autres choses de son ressort, et s'il trouve quelque chose de défectueux ou manquant de sécurité, il le signalera au directeur des travaux ou au chef mécanicien ; et il arrêtera le travail jusqu'à ce quė remède ait été apporté.

Le chef d'avaleresse, qui a fait cet examen, inscrira le rapport de sa visite dans un registre réservé à cette fin, et le signera.

89. Le chef d'avaleresse veillera à ce que tous les chariots soient remplis de manière à ne pas compromettre la sécurité et à ce que les pierres soient disposées convenablement; il n'autorisera le tirage d'aucune mine, si ce n'est par une personne expérimentée ; il ne permettra à personne de prendre place sur un chariot plein, et il veillera à ce que les rails ne soient pas établis jusqu'à l'orifice du puits, sans qu'un dispositif ne soit établi pour prévenir la chute des chariots dans le puits.

Taqueur du jour d'un puits en avaleresse.

90. Il ne quittera pas le puits, tandis que la machine est en mouvement, et il donnera un signal aux hommes du fond avant que le chariot n'arrive jusqu'à eux.

91. Là où des pontons (*trucks*) roulants sont en usage, il veillera soigneusement à ce que le ponton soit placé sur le puits, aussitôt que le chariot est élevé à une hauteur suffisante au dessus du puits pour permettre cette manœuvre.

92. Là où il n'est pas fait emploi de pontons, il enlèvera toutes les tonnes vides du petit chariot ; et en tout cas, c'est à la machine à lever la tonne au dessus de la recette ; le taqueur aura soin d'arrêter les oscillations de la tonne, avant de la laisser descendre dans le puits.

93. Quand il est nécessaire de faire descendre des

outils ou des matériaux de n'importe quelle espèce, il les mettra dans la tonne et les assujettira à la chaîne avec un lien et, en tout cas, il arrêtera les oscillations de la tonne avant qu'elle ne quitte la recette.

Annexe au Règlement d'ordre intérieur.

Contrat de travail (1).

1. Tout ouvrier, de fond ou de jour, avant d'entrer en service, signera le contrat de travail.

2. Toutes les personnes occupées auront droit à un salaire, suivant le taux des salaires en vigueur, dans le moment, dans les charbonnages.

3. Les propriétaires des charbonnages fourniront du travail aux ouvriers enrôlés, à moins qu'ils n'en soient empêchés par la situation commerciale, le manque de wagons de chemin de fer, des accidents, des réparations dans les mines, ou les ateliers, ou par d'autres causes indépendantes de leur volonté.

4. Toute personne employée, à moins que le contraire n'ait été convenu, donnera ou recevra avis quinze jours avant d'abandonner son travail, ou d'être renvoyé; à moins qu'il ne viole l'un quelconque des articles du contrat, ou du règlement d'ordre intérieur, ou de la loi sur les mines, ou qu'il ne désobéisse aux ordres d'un employé de la mine; dans chacun de ces cas, il sera passible de renvoi, sans avertissement. Le délai dans le renvoi pour les investigations et l'enquête n'affecte pas le droit de renvoi.

5. Tout ouvrier fera, lorsqu'il en sera requis, une journée entière de travail, chaque jour où le puits sera actif.

6. Tout ouvrier qui n'a pas reçu l'autorisation

(1) *Bye-Laws or Contract Rules of the Nunnery Colliery,* Sheffield (Yorkshire).

préalable de s'absenter, sera à son poste à l'heure du commencement de la journée, à moins de maladie ou d'accident.

Aucun ouvrier n'abandonnera son travail avant la fin de son poste, sans permission, excepté le cas de maladie ou d'accident.

7. Il est interdit aux ouvriers de se battre, de se quereller ou d'exciter les autres à se battre ou à se quereller, ou de causer quelque trouble que ce soit dans les travaux ou sur les dommages, ou de fumer durant les heures de service ou de troubler les employés dans l'exécution de leurs charges.

8. Les ouvriers obéiront aux ordres du directeur des travaux, du sous-directeur, et des autres employés du charbonnage.

9. Les ouvriers ne prendront ni n'emploieront, sans autorisation, des lampes, outils, rails, traverses, tôles et wagonnets ou tous autres objets dont font usage d'autres ouvriers ou qui ont été confiés à ceux-ci.

10. L'ouvrier sera responsable des outils, ou autres objets appartenant au propriétaire de la mine, et qui lui ont été confiés pour son usage; il reproduira les outils en bon état, sauf à tenir compte d'une usure raisonnable, ou bien, il paiera la valeur de ces objets.

11. A moins d'autorisation spéciale, le menu ne peut être chargé dans un wagonnet avec du gros. Les différentes qualités de charbon seront laissées à part, et chargées dans des wagonnets différents, et envoyées au jour exemptes de schiste, havage et pierres ou d'autres substances. Tout le charbon sera abattu et chargé autant que la nature du gisement le permet.

12. Des retenues peuvent être infligées pour toute infraction à ces règles; le montant de ces amendes sera déterminé par la personne désignée à cette fin par les

propriétaires, et agissant en leur nom, et par le chef-peseur agissant au nom des ouvriers ; et en cas de désaccord entre les deux personnes, par quelque tierce personne à désigner par elles deux. Si le chef peseur ne se trouve pas au rendez-vous indiqué pour la fixation des amendes, le montant en sera déterminé uniquement par la personne agissant au nom des propriétaires (1).

13. Les ouvriers travaillant pour un entrepreneur et payés par lui ou par d'autres personnes, seront considérés comme étant au service des propriétaires du charbonnage, en ce sens seulement qu'ils seront astreints à se conformer à ce Règlement et aux autres prescriptions du charbonnage; mais les propriétaires ne seront pas responsables du paiement des salaires de tels ouvriers, après qu'ils auront payé l'entrepreneur.

14. Les salaires sont payables par semaine, le samedi, les comptes étant terminés jusqu'au mercredi soir précédent. Les ouvriers doivent examiner leur argent au moment où ils le reçoivent, et, en cas, où la somme qui leur est donnée n'est pas celle inscrite sur le billet de paiement, ils en donneront avis avant de quitter le bureau de paie, sinon l'erreur ne pourra dans la suite, ni être reconnue, ni être rectifiée. S'il y a quelque différence en plus ou en moins ou des erreurs, dans la somme inscrite sur le billet de paiement, l'ouvrier en avisera le jour suivant de paie, ou avant, l'employé du charbonnage, afin que cet employé puisse rectifier les erreurs. Si aucun avis de ce genre n'est donné, aucune des deux parties n'aura le droit

(1) En Angleterre, dans les charbonnages où les salaires sont établis d'après la tonne extraite, les ouvriers ont le pouvoir de nommer et de payer (voir la loi dans les *Annales des Travaux publics*, tome XLVI) un employé, qui pèse et inscrit tous les chariots sortant de la mine; c'est un délégué ouvrier permanent dans les charbonnages; ses pouvoirs sont réglés par la loi. N. D. L. T.

de rouvrir les comptes, qui seront considérés comme établis, clôturés et approuvés à la date du paiement.

15. Les ouvriers du fond pourront autant qu'il est possible descendre dans l'ordre de leur arrivée aux puits.

15. Tout ouvrier · fera, en cas de nécessité, un travail quelconque d'une nature temporaire, sur la réquisition des employés du charbonnage ; mais il sera payé pour ce travail.

17. Aucune personne employée n'échangera ou prendra le jeton d'une autre personne, ni n'enlèvera des travaux ou des dommages, du charbon ou tous autres matériaux, ni ne maltraitera un animal appartenant au propriétaire de la mine, ni n'endommagera un quelconque des objets qui leur appartiennent.

NOTICE

SUR LES

PORTS EN PLAGE DE SABLE

ET EN

MER VASEUSE

PAR

M. BERGER,

ADMINISTRATEUR-INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Objet de cette étude

La construction de ports en plage de sable avec ou sans eau vaseuse donne encore lieu à de grandes controverses; malgré la mise au concours de la question qui a amené le couronnement et la publication d'un ouvrage remarquable de M. De Mey (1), on est encore loin de se montrer tous d'accord; nous pouvons même dire que les idées anciennes, consistant à préconiser les jetées à claire-voie avec bassins et écluses de chasse, dont M. De Mey s'est fait l'énergique et savant défenseur, rencontrent de moins en moins d'adhérents en France et en Hollande ; mais ils sont encore nombreux en Belgique, où ils forment incontestablement la grande majorité. En Angleterre et en Allemagne, ces ouvrages n'ont, peut-on dire, jamais été employés.

(1) *Etude sur le régime de la côte de Belgique et sur les moyens d'améliorer les ports de ce littoral.* Bruxelles, Decq, 1885.

Différentes circonstances nous ayant conduit à examiner la question, nous croyons qu'il ne sera peut-être pas inutile d'indiquer les résultats auxquels nous avons été amené. Notre intention n'est pas de donner, dans ce qui va suivre, une description complète d'un port en plage de sable ; les installations maritimes sont, d'ailleurs, très variées suivant les circonstances; mais, dans tous les cas, il est nécessaire de créer ou au moins d'entretenir un chenal mettant la mer en communication avec la côte ou avec l'intérieur du pays ; c'est de ce chenal seul que nous voulons nous occuper. Ainsi circonscrite, notre étude constituera une suite naturelle à celles que nous avons faites sur les rivières.

§ I. — THÉORIE

Epoques et inconvénients des chasses. — Les premiers ports qui ont été établis le long de la mer, ont emprunté des chenaux existants, et, comme ceux-ci manquaient souvent de profondeur et qu'ils étaient exposés à être remblayés par des sables circulant le long de la mer, on a cherché à leur donner une profondeur convenable, en les curant au moyen de chasses, après les avoir convenablement disposés à cet effet.

A l'origine, les chasses fonctionnaient à chaque marée, ce qui était parfaitement logique, puisque l'on attaquait ainsi les apports avant tout tassement. On n'avait aussi à évacuer, chaque fois, qu'une petite quantité de détritus. Comme ces chasses gênaient la navigation, à mesure que celle-ci se développa, les lâchures devinrent moins fréquentes et ne s'effectuèrent plus que pendant quatre ou cinq marées basses, aux vives eaux seulement ; mais on chercha à remplacer leur fréquence par leur énergie, et on voulut qu'elles entretinssent un chenal profond et même qu'elles pussent

ouvrir, au delà des jetées, une passe de profondeur convenable.

Les chasses eurent donc à mettre en mouvement une quantité considérable de détritus; mais, comme la vitesse allait nécessairement en diminuant avec l'éloignement du bassin, il arrivait bientôt un moment où les matières entraînées devaient se déposer, d'où production d'un haut fond. On s'expose, d'ailleurs, en espaçant les chasses, à voir se produire, dans leur intervalle, un certain envasement du chenal et de la passe qui lui fait suite et à voir, par conséquent, se réduire, dans une certaine mesure, la profondeur sur laquelle les navires doivent pouvoir compter dans la route qu'ils ont à suivre. Enfin, la passe extérieure que peut ouvrir un courant, même violent, sur une plage libre, doit avoir une forme et une direction variables, suivant les conditions du vent et des courants, et les navires ne peuvent savoir d'avance quelle est la direction à prendre pour s'y engager et ne pas en sortir (1).

Non seulement les navires qui fréquentent les ports de mer ont augmenté en nombre, mais leur mouillage s'est aussi singulièrement accru, et l'on s'est ainsi trouvé, en ce qui concerne les chasses, devant une difficulté nouvelle; il va de soi que, pour obtenir la même vitesse moyenne avec une profondeur double, il faudrait un débit double; mais l'ancienne vitesse moyenne ne suffirait plus; il faut se rappeler, en effet, que, d'après la formule de Bazin, citée dans notre Notice sur les rivières à lit mobile (2), toutes autres choses égales, l'écart entre la vitesse moyenne et la vitesse du fond va en augmentant lorsque la

(1) M. Eyriaud des Vergnes : *Etude sur l'établissement et l'entretien des ports en plage de sable.* « Annales des Ponts et Chaussées », 1889.

(2) *Annales des Travaux publics*, tome XLVIII.

profondeur elle-même devient plus grande, de sorte que, pour obtenir la même vitesse du fond, il faut augmenter de plus en plus la vitesse moyenne, à mesure que la profondeur devient plus considérable.

Il est donc difficile, au moyen des chasses, de satisfaire aux besoins d'un port en eau profonde ; on peut, d'ailleurs, ajouter que le système coûte cher.

D'après M. Eyriaud des Vergnes, le prix de premier établissement des ouvrages de chasse du port de Dunkerque représente une somme de 11,300,000 francs. A cette somme, il faudrait ajouter, en les capitalisant, les frais d'entretien normal, évalués à 50,100 francs et les dépenses de fonctionnement, qui s'élèvent, pour un an, à 15,950 francs.

Dragages. — Il serait devenu à peu près impossible, ou du moins bien difficile, de créer des ports de mer en eau profonde, dans des plages de sable, s'il ne s'était produit un abaissement considérable dans le prix du dragage. M. Eyriaud des Vergnes nous apprend qu'à Dunkerque le dragage s'adjugeait encore, en 1880, au prix de 2 fr. 886 le mètre cube, tandis que — d'après une communication faite par M. Conrad au dernier congrès maritime de Paris — à Ymuide n,le coût du mètre cube (déblai et transport compris) mesuré au bateau n'est que de 0.31 de florin ou fr. 0.66 et ce n'est pas le dernier mot des dragages (1).

Ensuite de cette baisse des prix, on emploie actuellement à Ostende le dragage, concurremment avec les chasses, pour l'entretien du port. A Calais, à Dunkerque, à Dieppe et dans d'autres ports de France, on a fait un pas de plus et on a supprimé complètement les chasses. Depuis l'approfondissement du chenal de Dunkerque et l'emploi des dragages, le tonnage du

(1) En parlant du port d'Ymuiden, nous dirons pourquoi le prix est encore si élevé.

port a beaucoup augmenté ; il n'était, en 1877, que de 1,410,431 tonnes de jauge ; il s'est élevé, en 1885, à 2,115,307 tonnes, soit une augmentation de 50 p. °/₀. Grâce aux dragages, les navires peuvent, à toutes les pleines mers, même en mortes eaux, tirer presque 6 mètres d'eau.

Draguer et approfondir économiquement l'accès des ports constitue évidemment un progrès notable ; mais il en est un autre, non moins important, à réaliser, c'est de réduire les apports des matières à draguer.

Nous allons indiquer comment on y parvient.

Jetées à claire-voie et jetées pleines. — Dans notre pays, les jetées à claire-voie se composent d'une suite de fermes en charpente espacées, en moyenne, de $2^m,40$ d'axe en axe et terminées par des musoirs. Les fermes sont reliées elles-mêmes par des cours de longrines et par un tablier placé d'ordinaire à 2 ou 3 mètres au dessus des plus hautes mers. La plate-forme des musoirs, sur laquelle sont installés les feux du port, est plus élevée de 1 mètre à peu près que le restant du tablier ; elle est aussi plus large.

Les jetées à claire-voie sont bordées extérieurement par des jetées basses, construites en maçonnerie ou en fascinages avec enrochements. Ces ouvrages sont établis de manière que leur arête supérieure se trouve partout à 1 mètre environ au dessus de l'estran et suive l'inclinaison de celui-ci ; ils sont destinés à maintenir le chenal à travers les sables de la plage et à y diriger les courants résultant de l'introduction de la marée et ceux correspondant aux chasses.

Le principe théorique de ce système consiste principalement en ceci : laisser subsister en partie les courants littoraux, dans le but de diminuer le dépôt des matières entraînées par les eaux (1). Les jetées à claire-

(1) M. De Mey. Ouvrage déjà cité, p. 141 et 142.

voie sont, dès lors, inutiles, au point de vue de la conservation du chenal; ce sont les jetées basses qui, seules, aident à l'action des chasses; en réalité, les claires-voies servent pour le halage et l'amarrage des bateaux et surtout pour empêcher les navires de talonner contre les jetées basses en maçonnerie et de se causer des avaries; elles forment également un lieu de promenade qui ne manque pas d'agrément.

On avait cru que les jetées en charpente contribueraient à la conservation de la plage et empêcheraient la laisse de basse mer de s'étendre au large; mais, dans la pratique, c'est le contraire qui est arrivé. Dans son cours de construction, Minard nous rapporte que des barrages en rivière ont fréquemment leur crête usée par le passage des galets qu'ils n'arrêtent pas; à plus forte raison, les jetées basses ne forment-elles pas obstacle au passage du sable qui se déverse dans le chenal; lors des chasses, les détritus sont entraînés et vont former un delta qui s'oppose au mouvement latéral du sable; il en résulte ainsi un avancement de la plage qui oblige à prolonger les jetées. C'est donc à l'existence des claires-voies et « à l'action des chasses « sur la plage qu'il convient d'attribuer les avance- « ments de l'estran que l'on a attribués à tort au pro- « longement des jetées » (1). Ostende forme une exception à cette règle. « Depuis 1804, les jetées du « chenal ont été prolongées à différentes reprises; les « derniers prolongements ont été construits de 1837 « à 1843, de manière que déjà cette dernière année, « la longueur des jetées dépassait, comme aujourd'hui, « de 75 mètres la longueur de la jetée la plus avancée « en mer de 1804.

« Or, la carte de Stessels de 1867, dont les indi-

(1) M. Eyriaud des Vergnes. Mémoire déjà cité, p. 314.

« cations correspondent d'ailleurs parfaitement à celles « des plans les plus récents du port, n'accuse pas le « moindre développement de la plage près des jetées ; « le contraire paraît même avoir lieu » (1). Cette différence provient de ce que, sur une partie de notre côte, l'estran a une tendance à s'amaigrir plutôt qu'à s'engraisser.

Pour éviter l'effet fâcheux des jetées, on les a souvent coffrées sur une partie de leur longueur; mais, en France, par une crainte que nous considérons comme chimérique, on n'a jamais, que nous sachions, osé continuer le travail sur la longueur totale des jetées.

En Angleterre, on s'est montré plus hardi ; à Leith et à Blyth, notamment, les jetées ont été coffrées sur toute leur étendue.

Fosses de garde. — Du moment que l'on adopte des jetées pleines, le sable ne peut plus pénétrer dans le port que par l'entrée, et il reste, dès lors, à rechercher le moyen de s'opposer à cette introduction.

Dans plusieurs ports, tels que Dunkerque, Calais et Ostende, on a créé, dans ce but, des fosses de garde que l'on entretient par le dragage ; celles de Dunkerque et de Calais sont établies latéralement à la partie du chenal limitée par des claires-voies et à la passe qui fait suite au chenal, tandis qu'à Ostende, où l'on continue encore à chasser, la fosse de garde se trouve devant l'entrée seulement ; dans ce dernier cas, on arrête les sables de quelque côté qu'ils viennent ; à Dunkerque, la fosse de garde se trouve à l'ouest, parce que c'est de ce côté que les sables arrivent en plus grande abondance.

Les dragages exécutés à Dunkerque pendant les

(1) M. De Mey. *Etude sur le régime de la côte de Belgique*, etc., p. 212.

années 1882-1885 sont représentés par les chiffres suivants :

Années.	Passse. Mètres cubes.	Fosse de garde. Mètres cubes.	Chenal. Mètres cubes.
1882	389,835 74	»	39,614 00
1883	196,875 66	180,299 53	140,273 27
1884	132,122 83	349,677 47	93,401 09
1885	45,909 42	324,233 59	119,360 45

« Les variations de ces chiffres montrent que si les « jetées étaient pleines, on n'aurait à draguer que fort « peu sur la passe, point dans le chenal et beaucoup « dans la fosse de garde. On voit, en effet, que le total « des cubes extraits dans la fosse et dans le chenal est « le même pour 1884 et pour 1885, l'un étant com- « plémentaire de l'autre à 500 mètres près » (1).

Jetées convergentes. — D'après ce qui précède, on voit que, même avec des jetées pleines, du moment qu'elles sont parallèles, des dragages plus ou moins importants, suivant l'atterrage et les circonstances locales, seront nécessaires dans la fosse de garde, si l'on veut empêcher que le sable ne pénètre dans le port. C'est un travail qui peut être évité ou réduit dans une notable mesure, en recourant à des jetées convergentes; au moyen de celles-ci, *on obtient, en effet, lorsque les eaux s'écoulent, un courant convergent à l'extérieur du port*; c'est ce courant qui creuse la fosse; lorsqu'ensuite le port s'emplit, le courant est, au contraire, divergent à l'extérieur; les sables qui tombent dans la fosse ne sont pas animés d'une impulsion suffisante pour pouvoir en sortir et y restent jusqu'à ce que le courant de sortie vienne les en expulser. On comprend que l'énergie du courant de sortie dépend

(1) M. Eyriaud des Vergnes. *Etude sur l'établissement et l'entretien des ports en plage de sable*, p. 280.

essentiellement de la surface de l'enceinte, de l'amplitude de la marée et de la largeur de l'entrée; ces trois quantités doivent être fixées dans chaque cas, de manière à obtenir les meilleures conditions possibles, au point de vue des intérêts de la navigation et sans tomber dans des dépenses exagérées.

Nous aurons à dire plus tard l'effet que l'on obtient dans divers ports au moyen de jetées convergentes; mais nous croyons devoir faire observer, dès maintenant, qu'elles ne suffisent pas pour s'opposer entièrement à l'accès du sable; quoi que l'on fasse, chacune des jetées constituera toujours un épi. « Le courant « rapide qui longe le musoir produit d'énormes affouil« lements, d'autant plus que la jetée est plus longue. « Les matériaux qui en proviennent vont se déposer « en partie à l'aval de la jetée et y donner naissance « à un banc » (1).

Largeur de l'entrée. — La largeur que l'on a donnée à l'entrée des ports est extrêmement variable; elle est de 60 mètres à Ramsgate, de 70 à Leith, de 110 à Ostende, de 170 à Madras, de 260 à Ymuiden, de 300 à Newburyport, de 600 à Charleston; enfin, la largeur projetée pour le port de Galveston est de 2,700 mètres.

Il ne faudrait pas conclure de ces chiffres que la largeur à adopter soit chose indifférente; elle doit satisfaire à plusieurs conditions. Si, comme cela arrive souvent, il y a tendance à la formation d'une barre à l'entrée, le courant de sortie doit être suffisant pour entraîner les sables, sans cependant devenir gênant pour la navigation. Une des raisons qui militent en faveur des ports à jetées convergentes, c'est qu'ils permettent un épanouissement rapide de la houle, et cet

(1) Legrom et Chaperon. *Annales des Ponts et Chaussées*, année 1838, 1e semestre, page 361.

épanouissement est d'autant plus complet que, toutes autres choses égales, la largeur de l'entrée est moindre. Il y a, en troisième lieu, à considérer les intérêts de la navigation ; l'entrée du port peut être protégée par un banc qui atténue, dans une forte proportion, la force des vagues ; l'entrée peut alors être réduite ; il faut tenir compte, ensuite, de l'intensité des courants de marée qui rasent plus ou moins l'entrée ; « un « navire qui arrive, par exemple, de l'ouest avec le « flot, doit s'approcher le plus possible du musoir de « la jetée de l'ouest pour ne pas être entraîné vers la « jetée opposée, et, comme le flot continue à agir à « l'arrière du bâtiment pendant que l'avant s'engage « dans le port, le navire subit un mouvement gira- « toire qui l'expose à courir dans la jetée de l'ouest.

« La direction des voiliers est, sous tous les rap- « ports, plus difficile que celle des steamers ».

« Les embarras à résulter des courants n'ont pas la « même importance lorsque les ports sont attaquables « pendant une partie plus ou moins longue de la marée « et non pas à marée haute seulement, puisque c'est « à ce moment que la vitesse du flot atteint son « maximum. Enfin, les manœuvres à l'entrée des « ports sont une question d'expérience et les pilotes « finissent peu à peu par se familiariser avec les diffi- « cultés qu'elles présentent (1). »

Il va de soi qu'avant de fixer définitivement l'entrée d'un port, il convient de consulter les marins et de ne pas perdre de vue qu'on les a accusés plusieurs fois d'avoir réclamé une entrée trop large et compromis ainsi plusieurs des qualités du port.

Direction à donner à l'axe du port. — Il importe d'observer, pour résoudre ce problème, que le régime d'un

(1) M. Michel. *Rapport de la commission de Bruges port de mer*, p. 184

port diffère, en des points essentiels, de celui de la mer. Le premier n'est, au fond, qu'une rivière à marée, à laquelle on aurait enlevé les eaux propres à son bassin; lorsque la mer est basse, il y a étale dans le port; puis il s'établit un courant vers l'intérieur, dont l'intensité augmente jusque vers mi-marée et qui va ensuite en diminuant jusqu'à ce que le port soit plein, moment où il y a de nouveau étale. Les choses marchent en sens inverse lorsque le port se vide; sauf à l'entrée, les courants sont généralement trop faibles pour transporter des sables, mais ils suffisent presque toujours pour transporter des vases.

En ce qui concerne la mer, il y a à considérer l'action des vagues, celle des vents et celle des courants côtiers.

Les vagues ont pour effet de rejeter les sables le long des côtes et, lorsqu'elles agissent obliquement par rapport à la côte, elles peuvent déterminer le transport longitudinal de ces sables; en général, on admet que l'action des vagues sur le fond de la mer ne peut se faire sentir qu'exceptionnellement au delà d'une profondeur de 8 à 10 mètres, de sorte qu'elles n'auraient plus d'action pour introduire du sable dans un port, dès que cette profondeur serait dépassée.

Les vents donnent lieu à des entraînements de sable longitudinaux parfois très considérables et dont l'importance est d'autant plus grande, cela va de soi, que ces vents sont plus forts et qu'ils soufflent plus longtemps dans la même direction; mais, lorsqu'on recourt aux jetées pleines, les sables vont s'accumuler dans l'angle formé par les jetées avec la côte et ils peuvent être considérés comme sans action sur le port.

L'influence des courants est plus importante à considérer; lors de leur plus grande intensité, ils sont généralement parallèles à la côte; à n'examiner que la surface de la mer, on peut dire qu'en particulier le

long de notre littoral, ils sont giratoires, c'est-à-dire qu'ils prennent des directions qui varient à chaque instant ; mais nous croyons, avec M. Eyriaud des Vergnes, que ce changement se borne à la surface ; il serait, en effet, difficile d'admettre qu'il peut se produire des courants de fond transversaux aux chenaux qui bordent nos côtes. D'après les observations de M. De Mey (1), la vitesse maximum du courant de flot, le long de la côte des Flandres, mesurée à la surface de la mer, à l'aide de flotteurs, varie, en temps calme et par des marées moyennes de vive eau, de $1^m,10$ à $1^m,30$ par seconde ; la vitesse maximum du courant de jusant, mesurée dans les mêmes conditions, varie de $0^m,85$ à $1^m,10$ par seconde.

En morte eau, la vitesse maximum du courant de flot varie de $0^m,60$ à $0^m,75$ par seconde et celle du courant de jusant de $0^m,45$ à $0^m,60$ par seconde ; on voit que, eu égard à la profondeur restreinte de la mer et au peu de pente de surface, ces courants ont toute la force qu'il faut pour transporter des sables. Mais une chose à noter, c'est que les plus grandes vitesses de ces courants ne correspondent pas du tout aux plus grandes vitesses des courants des ports ; ainsi, à Dunkerque, c'est au moment du plein qu'a lieu la plus grande vitesse du courant de flot et à marée basse la plus grande vitesse du courant de jusant, ces courants étant nuls à mi-marée. D'après les expériences de M. Petit sur les courants de marée au bateau-phare de Wielingen, la plus grande vitesse du flot, mesurée à l'aide du moulinet de Baumgarten et à 2 mètres en dessous de la surface, a lieu une heure avant la haute mer et elle est alors de $1^m,03$, et la plus grande vitesse de jusant, une heure avant la basse

(1) *Étude sur le régime de la côte de Belgique, etc.*, p. 21.

mer et elle est alors de $0^{m},90$. Ces chiffres sont les moyennes des résultats obtenus tant en vive eau qu'en morte eau.

Il faut éviter, autant que possible, que ces courants pénètrent dans le port, surtout au moment de leur plus grande intensité, puisqu'ils y déposeraient, en partie, les matières qu'ils entraînent avec eux ; c'est ce que l'on exprime en disant que l'entrée doit être *rasée* par les courants ; en ce qui concerne le courant de flot, on ne pourra pas, évidemment, empêcher qu'il ne déverse une partie de ses eaux dans le port et ne dépose une partie de ses sables à l'entrée ; mais ce déversement sera le moins sensible précisément lorsque le flot sera animé de sa plus grande vélocité, c'est-à-dire vers l'époque où le port est plein.

D'après ce qui précède, la direction à donner à l'axe du port sera celle de la ligne de plus grande pente, relativement à l'estran ; c'est celle qui donnera le moindre cube à enlever pour la création du chenal, celle suivant laquelle l'accès du sable vers le port sera le plus difficile et celle suivant laquelle leur évacuation sera la plus facile ; en choisissant cette direction, l'entrée se trouvera parallèle aux courbes de niveau, qui elles-mêmes peuvent être considérées comme représentant assez bien celle des courants.

Plan du port. — On peut rattacher les formes données aux jetées convergentes à deux systèmes ; dans le premier, qui a été appliqué à Dublin, à Tynemouth, à Blyth, à Sunderland et à l'avant-port de Middlesboroug, les jetées convergentes sont droites ou à peu près ; dans le second système, qui a été appliqué à Kingstown, à Howth, à Ymuiden et à Madras et proposé par M. de Maere pour Heyst, les jetées se recourbent à partir d'une certaine distance de leur enracinement et sont prolongées en ligne droite jus-

qu'à ce que l'intervalle entre leurs extrémités soit égal à la largeur fixée pour l'entrée du port.

Nous n'avons pas trouvé, jusqu'ici, dans les auteurs qui traitent de la question, quelles sont les raisons pouvant militer en faveur des bras coudés ; tout ce que nous savons, c'est que le port de Kingstown se composait d'abord d'une seule jetée, recourbée de manière à abriter les vaisseaux contre les vents soufflant du nord et de l'est, et, plus tard, lorsqu'il a été jugé utile de compléter le port, on a construit la seconde partie à peu près symétrique à la première. Or, le port de Kingstown (fig. 1 et 4, pl. V) étant excellent, il est possible que ses bonnes qualités aient été attribuées en partie aux bras recourbés, tandis qu'elles sont dues, comme l'ont fait observer MM. de Maere et Michel :

1° A ce que les jetées débouchent à la profondeur de 7 à 8 mètres sous marée basse et que l'estran s'incline ensuite rapidement pour se raccorder avec un chenal de 23 à 25 mètres de profondeur;

2° A ce que la passe d'entrée se trouve dans la direction des courants de marée et est rasée par ceux-ci ;

3° A ce que le port se vide au moment où le courant de jusant, dont les eaux tiennent en suspension les matières évacuées par le port de Dublin passe devant l'entrée, tandis que le courant de flot, qui produit le remplissage de l'enceinte, passe au dessus des grands fonds qui s'étendent au sud et n'entraîne que fort peu de matières (1).

Le grand inconvénient du système consiste en ce que, dans les mers mauvaises surtout, les bras et spécialement les coudes, sont exposés à l'action directe

(1) *Rapport de la Commission instituée pour examiner la question de Bruges port de mer.*

des lames et peuvent avoir beaucoup à en souffrir. Nous citerons, à ce propos, ce qui s'est passé à Boulogne (fig. 2, pl. V).

« La grande digue de mer du port en eau profonde « de Boulogne est formée de deux parties droites réu- « nies par une courbe de 200 mètres de développe- « ment et de 300 mètres de rayon. On a adopté, pour « l'exécution de la jetée, un système mixte compor- « tant une fondation en enrochement, surmontée « d'une muraille en maçonnerie.

« La partie courbe de la digue, sur 200 mètres de « longueur, était le point le plus menacé, le plus vio- « lemment battu par la tempête. C'est là que l'on a « rencontré les plus grandes difficultés d'exécution. « Le noyau de la digue en moellons, battu en brêche « par les flots, fut, à différentes reprises, coupé et « balayé en plusieurs points. Des milliers de mètres « cubes de moellons furent emportés vers le large et « l'on vit des blocs de 32 tonnes, soulevés par les « lames, jetés, roulés à 300 et 400 mètres de distance « et souvent brisés dans tous les sens. Afin de conso- « lider, de renforcer ce point dangereux, on y a placé « les plus gros blocs de maçonnerie, et on a construit, « sur toute la longueur de la courbe, une berme en « béton de ciment damé, pilonné avec force entre tous « les blocs artificiels, dans toute la partie qui dépasse « le niveau de marée basse (1). »

Les jetées droites n'ont pas, au même degré, le défaut que nous venons de signaler ; de plus, l'angle aigu qu'elles forment entre elles détermine un meilleur courant convergent que celui produit par les jetées coudées, ce qui est précieux chaque fois que l'on a besoin d'une bonne fosse de garde.

(1) Communication de M. Dufourny.

Ports en mer vaseuse. — Parmi les objections que l'on fait contre les ports à jetées convergentes, il n'en est pas, peut-être, qui rencontre autant d'adhérents que la crainte de voir ces ports donner lieu à un entretien excessif dans les mers vaseuses.

Une des causes pour lesquelles l'entente est difficile réside, sans doute, en ce que l'on ne tombe pas bien d'accord sur ce que signifie l'expression de mer vaseuse, l'aspect de la mer changeant d'un jour à l'autre.

C'est ainsi que M. Michel nous rapporte qu'en naviguant dans la passe de Wielingen, par une tempête du nord-ouest, il lui est arrivé d'y trouver l'eau si chargée qu'elle ressemblait à de la boue ; les lames, en déferlant sur le pont de son navire, y avaient déposé tellement de vase, qu'arrivé dans l'Escaut, il fallut procéder à un lavage général (1). M. Michel en conclut qu'un port établi à Heyst se trouverait dans de mauvaises conditions sous la rapport de l'envasement. D'autre part, cependant, Heyst est une station balnéaire où l'on trouve, par conséquent, une eau claire pour se baigner. La qualification serait difficile si, non loin de là, ne se trouvait le port de Blankenberghe, où l'on constate, dans le bassin d'échouage, un envasement annuel de $0^m,80$.

Une question analogue et qui n'a pas encore été résolue se présente à Kingstown. Un grand nombre de ceux qui ont visité ce port ont constaté, après le capitaine Calver, que « l'eau y était claire et limpide « comme l'azur du ciel. » D'autres disent, au contraire, que « les eaux de Kingstown paraissent être, il est « vrai, moins vaseuses et moins souvent vaseuses que « sur le littoral de Heyst ; néanmoins, elles sont parfois

(1) *Rapport de la première Commission de Bruges port de mer*, p. 83.

« très chargées et, malgré cela, il ne se fait, en « dehors du banc de sable de l'entrée, aucuns dépôts « ni de vases, ni même de sables vaseux dans l'en- « ceinte du port ou tout au moins, il ne se fait que « des dépôts insignifiants » (1).

M. Desaunoy ayant analysé douze échantillons d'eau, recueillis à Kingstown, à diverses dates, dans le courant de mars 1883, il a trouvé une moyenne de $2^{c.3}$,431 de matière solide, tandis que les eaux recueillies par M. Piens sur la plage de Heyst n'en contenaient, en moyenne, que $1^{c.3}$,850 (2).

Pour beaucoup de personnes, la question est ici restée indécise, faute d'un repère analogue à celui de Blankenberghe.

Sur d'autres points, l'accord paraît mieux s'établir. Tous ceux qui ont écrit au sujet de la baie de Dublin, MM. Piens, De Mey, Stoeklin et Laroche, sont d'accord pour la considérer comme très vaseuse ; c'est pour éviter les vases, que l'on avait établi d'abord à Howth un port qui devait servir pour Dublin (3). Plus tard, cependant, on s'est décidé à créer un port à Dublin même, et les craintes que l'on avait conçues au sujet de l'envasement ne se sont pas réalisées.

Le capitaine Calver qui, de son temps, a joui d'une certaine notoriété en Angleterre, écrivait, en 1855, « que « dans son opinion, il existe des preuves suffisantes pour « démontrer que si l'on peut créer un port fermé là « où les eaux ne contiennent pas de matières en sus- « pension, il est hasardeux et contraire à tout ce que « l'expérience indique, de vouloir tenter l'aventure

(1) *Rapport de la Commission internationale sur le port de Heyst*, p. 14.

(2) M. de Maere. Première réponse à M. Piens, p. 20. — La vase, dont l'eau de Kingstown est parfois saturée, ne paraît pas provenir directement du port de Dublin, mais bien du fond de la mer. Elle est mise en suspension lorsque la mer est agitée. (N. D. L. R.)

(3) Vernon-Harcourt. *Harbours and docks*, p. 197.

« dans les parages de la côte est de l'Angleterre où
« les eaux sont fortement chargées et où, par consé-
« quent, tout port fermé doit, en définitive, démon-
« trer encore qu'il ne peut être qu'un réceptacle de
« vase » (1).

Fort heureusement pour eux, les Anglais ne se sont pas arrêtés à la sombre prédiction du capitaine Calver; ils ont établi plusieurs ports à enceinte sur la côte est de leur pays (Blyth, Sunderland, Hartlepool, etc.) et les inconvénients prévus par lui ne se sont pas réalisés.

A en juger par les ouvrages les plus récents des ingénieurs anglais qu'il nous a été donné de lire, l'opposition contre les ports en mer vaseuse, autrefois si vive, aurait complètement disparu en Angleterre; il nous paraît, toutefois, intéressant d'expliquer pourquoi les ports à jetées convergentes, quand ils sont bien conçus, ne s'envasent pas ou ne s'envasent que très peu.

Un avant-port à jetées convergentes se compose d'un chenal central d'une grande profondeur par où passent les navires et de deux segments latéraux dont le plafond, là au moins où ne se fait pas l'accostage des bateaux, est le mieux placé lorsqu'il se trouve au niveau de marée basse.

Lorsque le port se vide, on remarque que l'écoulement longitudinal dans ces segments est nul ou peu sensible; leurs eaux se déversent dans le chenal où l'abaissement est le plus rapide; la vitesse s'y trouve dès lors augmentée et peut devenir suffisante pour que les vases se trouvent entraînées. Il faut observer, en effet, que, pour enlever des vases déposées, il suffit d'une vitesse de $0^{m},06$ par seconde, d'après Dubuat, et de $0^{m},07$, d'après Telford.

(1) *Rapport de la Commission de Bruges port de mer*, p. 98.

D'un autre côté, il résulte des expériences de l'ingénieur allemand Lenz, qu'il ne faut plus que le dixième de cette vitesse pour mouvoir des vases tenues en suspension (1), et cela s'explique d'après la nature de ces vases. « Quand elles sont fraîchement apportées » dit M. Piens « et qu'elles n'ont pas eu le temps de se « tasser, elles flottent près du fond comme une eau « boueuse et des courants de très faible intensité suffi- « sent pour les refouler » (2).

Il ne faut toutefois pas oublier que la vase se dépose plus rapidement dans l'eau salée que dans l'eau douce ; c'est ainsi que M. Van Bemmelen, professeur de chimie à Leiden, a constaté que l'argile divisée en parties ténues se coagule facilement dans l'eau salée ; de la vase placée dans de l'eau salée peut se déposer au bout de deux heures, tandis que la même vase mise dans de l'eau douce aura besoin de vingt-quatre heures pour que ce but soit atteint (3). Il est donc essentiel, dans un port, que l'eau soit tenue constamment en mouvement, et, si cela n'est pas possible au moment des étales, qu'elle se trouve au moins dans un état d'agitation suffisante pour qu'il n'y ait pas d'atterrissement notable pendant cet intervalle.

Nous compléterons le raisonnement que nous venons de faire par un exemple que nous trouvons dans un document officiel (4).

M. l'ingénieur Charles Piens ayant déterminé la vitesse de sortie pour un projet de port à Heyst, dressé par M. de Maere et d'une superficie de 74 hectares, avec entrée d'une largeur de 200 mètres, il a trouvé

(1) *Minutes of proceedings*, t. LXX, p. 36.
(2) *Bruges port de mer*, p. 13.
(3) *Tijdschrift van het Koninklijk instituut van ingénieurs*, 1885-1886, 1re partie, p. 41.
(4) *Rapport du Comité spécial sur Bruges port de mer.*

que la plus grande vitesse serait de $0^m,19$ en vive eau. Il s'agit évidemment de la plus grande vitesse moyenne dans la section d'entrée.

Appliquant la formule de Dubuat, on en déduirait que la vitesse du fond est alors

$$\frac{3}{4} \times 0.19 = 0.15.$$

D'autre part, si, comme le font généralement les ingénieurs des rivières à marée, on admet que ce n'est pas la plus grande vitesse qu'il faut introduire dans les calculs, mais la moyenne entre la plus grande et la plus petite vitesse, cette dernière étant nulle, le chiffre de M. Charles Piens se réduit à $0^m,07$.

D'un autre côté, nous avons dit qu'il suffit d'une vitesse de $0^m,006$ pour mouvoir des vases en suspension, de sorte qu'en ce qui concerne l'entrée, la vitesse de $0^m,07$ est $\frac{70}{6} = 12$ fois plus grande que le minimum exigé.

Si l'on admet, maintenant, que la vitesse va régulièrement en décroissant, depuis l'entrée du port jusqu'au fond, où nous la supposerons nulle, on en déduira que la vitesse sera partout suffisante pour entraîner les vases, sauf sur la longueur donnée par la proportion

$$x : 0,006 = L : 0,07,$$

L étant la longueur du port, d'où

$$x = \frac{1}{12} L.$$

Le port devra donc être dragué sur le douzième de sa longueur seulement. Celle-ci étant de 900 mètres dans l'exemple choisi et la largeur du chenal de 250 mètres, si l'on suppose que la couche d'enva-

sement soit, comme à Blankenberghe, de $0^m,80$, la quantité de vase à enlever annuellement s'élèverait à

$$\frac{250 \times 900 \times 0.80}{12} = 15,000^{m^3}.$$

Le projet examiné par M. Charles Piens peut donc être considéré comme bien conçu au point de vue du dépôt des vases. Nous savons d'avance que les dragages à y faire ne seront pas considérables.

Le calcul de M. Charles Piens fait aussi voir immédiatement que, dans le cas examiné, une superficie de 74 hectares serait insuffisante au point de vue du dépôt des sables à l'entrée ; mais, si nous admettons que la superficie soit portée au double ou à 150 hectares, comme l'avait proposé M. de Maere, et si nous admettons, d'autre part, que la largeur de l'entrée soit réduite de 200 à 150 mètres, le chiffre de $0^m,19$ trouvé par M. Charles Piens devient

$$0^m,19 \times 2 \times \frac{200}{150} = 0^m,51,$$

et, en appliquant la formule de Dubuat :

$$0^m,51 \times \frac{3}{4} = 0^m,38.$$

Or, d'après Bouniceau, il suffit d'une vitesse de $0^m,22$ à $0^m,30$ pour mettre les sables en mouvement ; il en résulte qu'avec un projet de 150 hectares, on pourrait, sans recourir au dragage, dégager l'entrée des sables qui s'y seraient déposés et même créer une fosse de garde. La superficie de 150 hectares serait donc nécessaire pour que le port fût réellement bon.

Dans le cas de Heyst, on pourrait être conduit à aller plus loin encore; ainsi que l'a fait observer M. Visart, l'emplacement projeté communique avec

la passe de Wielingen par une dépression ne présentant qu'une profondeur minimum de $6^{m},20$ à marée basse, de telle sorte que l'entrée du port serait accessible, en tout temps et à toute heure, aux navires tirant 5 mètres d'eau seulement; pendant huit heures à chaque marée aux navires tirant 6 mètres; pendant cinq heures aux navires tirant 7 mètres, et pendant deux heures aux navires tirant 8 mètres. Ces profondeurs sont calculées en admettant une déduction de $1^{m},20$ pour le creux des lames (1).

Or, pour que le port pût être considéré comme tout à fait satisfaisant, les navires du plus fort tonnage devraient pouvoir y entrer à toute heure, et alors, comme cela a été fait à Dublin, il serait nécessaire que le courant de sortie fût assez puissant pour creuser ou au moins entretenir une passe aboutissant à celle de Wielingen, où l'on trouve toute la profondeur désirable. Ici, le calcul est impuissant à donner la solution de la question; l'expérience devrait y jouer un grand rôle; nous indiquerons, à la fin du mémoire, quelles seraient les mesures à prendre.

Du moment que le chenal est creusé simplement dans le sable, il ne conserve nécessairement pas une forme bien régulière; il est exposé à s'élargir aux dépens de sa profondeur ou à se déplacer d'une manière fâcheuse pour la navigation. Il peut donc être utile, comme on l'a fait à l'avant-port de Middlesborough, de limiter le chenal par des jetées basses, ce qui assimilera complètement la théorie des ports à jetées convergentes à celle des rivières à marée, lorsqu'on a aussi recours à des jetées basses pour les améliorer. Dans ce cas, nous conseillerions d'adopter, pour les jetées, une disposition précisément inverse de celle

(1) *Rapport de la première Commission de Bruges port de mer.*

admise actuellement dans les jetées basses qui accompagnent les estacades à claire-voie, c'est-à-dire qu'elles auraient leur plus grande hauteur à l'entrée et que cette hauteur diminuerait à mesure que l'on avancerait vers le fond.

Comme résumé de ce qui précède, on peut dire qu'un port en plage de sable et en eau vaseuse réclamera d'autant moins de dragage que l'amplitude de la marée sera plus forte, l'entrée moins large, le chenal plus étroit et moins profond, que les segments seront plus grands et qu'ils iront davantage en s'élargissant depuis l'entrée jusqu'au fond du port.

D'après MM. Stoeklin et Laroche (1), un port est d'autant meilleur que sa surface est plus étendue et l'amplitude de la marée plus grande. On voit que cette formule ne diffère pas beaucoup de la précédente.

Criques d'épanouissement. — Si, lorsqu'on se sert de digues basses, on a soin d'en tenir le niveau très peu élevé vers leur extrémité, on crée ce que les ingénieurs appellent des criques d'épanouissement.

« Ce sont des enceintes établies de part et d'autre « du chenal et communiquant avec celui-ci au « moyen d'ouvertures pratiquées dans les jetées; les « lames vont déferler sur les plans inclinés qui for« ment le fond de ces enceintes et y perdent en grande « partie leur intensité. Pour que les criques d'épa« nouissement soient efficaces, il faut que le fond en « soit très faiblement incliné et qu'il descende le plus « bas possible du côté du chenal (2). »

Des criques d'épanouissement peuvent aussi être établies ailleurs, comme nous le dirons en parlant du port d'Ymuiden.

(1) *Des ports maritimes*, p. 63.
(2) M. De Mey. *Etude sur le régime de la côte de Belgique*, p. 144.

Cas particuliers. — Il serait possible de diminuer, dans une mesure plus ou moins forte, l'envasement et même l'ensablement d'un port, si — en arrière de celui-ci — se trouvaient des terrains bas qui pourraient être inondés, sans grand inconvénient, à chaque marée ; il s'établirait alors dans le port un courant alternatif qui contribuerait à son nettoyage ; c'est le cas qui se présente à Malamocca et à Kurachée, où il existe de grandes lagunes en communication avec le chenal du port. Un résultat analogue s'obtient lorsqu'on a à sa disposition les eaux de drainage d'une partie du pays et que ces eaux sont pures ; celles-ci, outre la chasse qu'elles produisent, tiennent dans le port la place qu'auraient occupée les eaux chargées de vase ; nous en verrons un exemple en parlant du port d'Ymuiden.

Si l'on construit un jour un port à Heyst, une des premières questions à examiner sera celle de savoir s'il ne conviendrait pas de se servir du canal de Schipdonck et même de celui de Selzaete pour y produire des chasses.

§ II. — APPLICATIONS

Port de Dublin. — Sous le rapport des obstacles qu'il a fallu vaincre et de l'intelligence avec laquelle ils ont été surmontés, nous ne connaissons point de port à jetées convergentes qui soit comparable à celui de Dublin (fig. 3 et 4, pl. V) ; nous croyons, en conséquence, devoir nous en occuper avec quelque détail, en prenant pour guides divers mémoires publiés dans le recueil des ingénieurs anglais et dont le principal est celui de M. Griffith (1) qui, comme d'habitude, a

(1) *Minutes of proceedings of the institution of civil engineers*, volume LVIII.

donné lieu à une discussion intéressante au sein de la Société des ingénieurs anglais.

La ville de Dublin est bâtie au confluent de deux petites rivières, la Liffey et la Dodder, au sommet d'une baie profonde de 10 kilomètres et large de 9 kilomètres.

De grandes quantités de sable, amenées par la mer, se sont accumulées dans cette baie, formant des plages étendues, qui assèchent, à marée basse, sur une étendue d'environ 4 kilomètres du côté de la mer. Au commencement du XVIII[e] siècle, époque où l'on entama les travaux de Dublin, la Liffey et la Dodder coulaient à travers ces sables, les divisant en deux sections désignées sous les noms de North Bull et de South Bull. Le chenal ainsi formé était sujet à de continuelles altérations en profondeur et en direction.

Les premiers travaux eurent pour objet la création d'un chenal droit, entre la ville et Ringsend; ce travail fut exécuté en 1711, et, presque simultanément, on entreprit la construction — depuis Ringsend jusqu'au lieu désigné actuellement sous le nom de Pigeon House Fort, sur une longueur de 2,421 mètres, — d'une jetée à claire-voie, que l'on prolongea ensuite de 2,994 mètres, de manière à atteindre la pointe est du South Bull, soit donc en tout plus de 5 kilomètres. Le but que les constructeurs avaient en vue était de créer à la rivière un chenal rectiligne jusqu'à la mer, de le protéger contre les vents du sud-est et d'empêcher l'invasion dans le chenal des sables du South Bull.

La jetée à claire-voie ne dura pas longtemps, son entretien étant onéreux et l'abri qu'elle offrait aux bateaux insuffisant ; vers le milieu du siècle, on la remplaça par une jetée pleine, formée d'un massif de sable compris entre deux massifs de moellons ; le travail fut

terminé en 1796 et coûta environ 200,000 livres sterling. On constata, au commencement de ce siècle, que le travail atteignait en grande partie le but pour lequel il avait été créé ; le chenal, depuis son extrémité au phare de Poolbeg jusqu'à la ville, était mieux abrité, plus droit et plus profond qu'avant la construction du môle.

Vers 1800, on commença à songer à d'autres améliorations et l'on chargea le capitaine Bligh de faire une reconnaissance du port. Il résulta de ces opérations qu'une barre partant de la côte nord s'étendait en forme de virgule à travers le chenal, dont la plus grande profondeur se trouvait entre le phare et la pointe de la virgule, où l'on sondait 8 pieds ($2^{m},44$) à marée basse de vive eau, tandis que, dans une ligne directe vers la mer, il n'y avait qu'une profondeur de 5 pieds ($1^{m},52$). Vers la fin de 1801, le Ballast Board, à qui était confié le service du port, signala l'utilité de construire au nord une jetée qui, partant de la côte de Clontarf, aboutirait vis-à-vis du phare de Poolbeg ; il comptait, disait-il, pour l'entretien et l'amélioration du port, sur l'admission de la plus grande quantité possible d'eau de mer et sur le reflux de cette eau convenablement dirigé, car les eaux de la Liffey et de la Dodder sont incapables, par suite de leur faible volume, de produire un effet de ce genre, la Liffey ne parvenant pas même à curer son lit étroit compris entre les quais nord et sud de Ringsend. Par la construction de la nouvelle jetée, le côté nord du port recevrait des avantages similaires à ceux qui avaient été conférés au côté sud par la jetée déjà établie, savoir un abri contre les vents d'est, de même qu'un obstacle à la marche des sables du North Bull, tandis que le creusement d'un canal plus profond à travers la barre serait probablement le résultat de la concentration du courant de jusant entre les deux jetées.

Avant de mettre son projet à exécution, le Ballast Board consulta Rennie, ingénieur alors sans rival dans les questions d'hydraulique maritime.

Après examen, Rennie déclara que le peu de bien produit par les travaux considérables déjà exécutés ne lui faisait guère espérer de grands avantages de constructions nouvelles que l'on pourrait exécuter avec une dépense modérée.

Il recommanda, toutefois, ce qui suit :

1° Construire une jetée partant de la côte de Clontarf, pour aboutir vis-à-vis de Poolbeg, en laissant une entrée d'environ 550 yards (403 mètres);

2° Endiguer le South Bull, de manière à créer un bassin d'environ 1,300 acres et faire une grande ouverture dans la digue du sud, près de Ringsend, pour permettre le passage de la marée dans le réservoir ;

3° Etablir des épis peu élevés sur l'estran plat, depuis le chenal jusque vers la côte de Clontarf, épis qui devraient venir en aide à la jetée du sud, dans le but de diriger le chenal et de créer un courant assez fort pour que, dans le premier quart du flot et le dernier quart du jusant, le chenal pût se curer de lui-même.

La capacité des deux réservoirs du nord et du sud était estimée à 36,000,000 de tonnes en vive eau. Malgré cette grande quantité, Rennie pensait que, même avec le concours du dragage sur la barre, on ne pouvait pas compter sur un accroissement permanent de profondeur de plus d'un pied. C'était un faible résultat pour une dépense évaluée à 252,384 livres. Pour atteindre une augmentation de profondeur de 3 pieds ($0^{m},91$) il eût fallu, selon Rennie, prolonger la jetée nord de 1,100 yards (un kilomètre) et la jetée sud de 800 yards (732 mètres) en procédant, en même

temps, au dragage de la barre, travail qui eût dû être continué quelque temps encore après l'achèvement des jetées. Ces travaux supplémentaires étaient estimés à 403,488 livres, soit en tout 655,872 livres. Le résultat de l'avis de M. Rennie fut que, pendant une quinzaine d'années, on ne s'occupa plus d'améliorer le port; mais, en 1814, le Ballast Board ayant reçu une forte somme d'argent, il revint à son projet favori, la construction de la grande digue du nord.

Auparavant, il jugea prudent de recourir à une nouvelle reconnaissance des lieux, laquelle fut confiée à M. Francis Giles.

Il résulta des opérations de cet ingénieur qu'en mer basse de vive eau, il y avait une profondeur de 6 1/2 pieds sur la barre dans le chenal direct ou de l'est; à l'orient de Pigeon-House jusque près de Poolbeg, la plus grande profondeur était seulement de 7 pieds, et à l'ouest de Pigeon-House jusqu'aux quais, elle n'était plus que de 2 à 4 pieds.

A la suite de ses études, M. Giles proposa la construction de la jetée du nord, mais il recommanda d'y ménager, près de la côte, une ouverture d'une largeur de 600 pieds, de manière à laisser un libre passage aux eaux de marée qui circulent au nord de Green-Island (île verte) située sur le North Bull. M. Giles appuyait son avis sur les considérations suivantes :

1° L'île verte s'est tellement agrandie qu'elle pourra agir comme une barrière entre les sables du North-Bull et le chenal situé au nord de l'île et elle empêchera ces sables d'être entraînés dans le port par l'ouverture proposée;

2° Les eaux de marée arrivent dans le chenal du nord, aussi bien de l'ouest, venant de la pointe de Clontarf, que de l'est, venant du côté de Sutton et s'en vont de la même façon; en conséquence, l'ouver-

ture proposée permettrait à un grand volume d'eau d'exécuter un mouvement de va et vient entre l'est et l'ouest et augmenterait ainsi la capacité du port;

3° Rien n'empêcherait, d'ailleurs, de considérer cette ouverture comme provisoire; mais si l'expérience constatait qu'elle ne donne pas un résultat suffisant et qu'il est désirable d'augmenter le volume d'eau, M. Giles proposerait de construire une digue de l'île jusqu'à la côte, au nord de cette île, en formant ainsi un réservoir additionnel d'environ 7,000,000 de tonnes, entre le niveau de marée basse et celui de marée haute en vives eaux ; ces eaux devraient nécessairement traverser le port et couler à travers la barre.

L'intention de M. Giles était, d'ailleurs, d'élever la digue nord à 6 pieds (1^m,83) au dessus de marée haute de vive eau et de donner à l'entrée une largeur de 500 à 700 yards (460 à 640 mètres).

A la suite de cette étude, la digue nord fut commencée en 1820 et son exécution fut poussée avec vigueur.

L'action du nouveau môle ne se fit pas attendre, on constata bientôt une augmentation du courant au delà de Poolbeg et des changements dans les bancs de sable voisins. On en conçut même quelques inquiétudes et, en 1822, le Ballast Board s'adressa à Telford pour en obtenir un rapport sur la situation des travaux et les résultats qu'ils avaient déjà produits.

Il résulte du rapport de Telford que la jetée était terminée sur une longueur de 5,500 pieds (1,677 mètres) à une hauteur de 6 pieds au dessus de marée haute de vive eau, qu'elle était exécutée sur 1,500 pieds de longueur jusqu'au niveau de marée haute de morte eau et sur environ 500 pieds jusqu'au niveau de mi-marée. Il constata que les bancs de sable, du côté intérieur du môle, s'étaient considérablement abaissés

et que la partie de la barre située vis-à-vis de l'entrée s'était approfondie de deux pieds, de sorte qu'il s'était déjà formé, à travers la barre, un nouveau chenal de 8 à 9 pieds de profondeur en basse mer de vive eau. Telford considérait que la largeur de l'entrée était encore trop grande ; il recommandait de prolonger la jetée, mais de ne pas l'élever au dessus de mi-marée, jusqu'à ce que l'on se fût bien rendu compte de ses effets. Le Ballast Board adopta cet avis et le travail fut poursuivi en conséquence.

La grande digue du nord fut achevée en 1825 ; elle avait coûté 95,000 livres ; sa longueur totale dépasse 9,000 pieds.

On a beaucoup discuté, en Angleterre, la question de savoir si les deux étages dont la digue est composée sont une chose utile ou nuisible. Ceux qui soutiennent le premier parti disent que l'extrémité de la jetée ne s'élevant pas au dessus de mi-marée, la vitesse d'entrée et de sortie vers l'époque de la mer haute est faible, ce qui facilite la navigation, alors la plus active; mais, lors de la vidange, dès que la partie la plus basse de la jetée est découverte, tout ce qui reste de la marée doit passer par la section réduite de Poolbeg, d'une largeur de 1,000 pieds seulement (305 mètres). Il en résulte une grande augmentation dans la vitesse du courant qui, parfois, dépasse $1^m,30$ par seconde, à l'époque des vives eaux, et exerce une action considérable sur le sable dont la barre est formée. D'autres prétendent qu'il aurait mieux valu élever la jetée à une hauteur uniforme de 6 pieds au dessus de marée haute, sauf à donner à l'entrée une largeur plus grande de 200 à 300 pieds, qu'ainsi le port aurait été mieux abrité, que rien n'eût été à redouter au sujet d'une trop grande vitesse du courant et, bien que la vitesse à la sortie eût pu être moindre après la mi-

marée, qu'on aurait disposé d'une quantité d'eau plus grande agissant pendant un temps plus long, de sorte que son action sur la fosse de garde et sur la barre n'aurait pas diminué. Nous sommes assez disposé à partager cette manière de voir.

Dès l'année 1833, la profondeur de la passe sur la barre s'était accrue de 10 pieds et l'on avait exécuté des améliorations considérables au chenal depuis Poolbeg jusqu'aux quais, au moyen du dragage; mais, vers cette époque, il survint un événement qui causa une grande inquiétude; on constata qu'il se formait, à l'intérieur du port, non loin de son extrémité, un banc de sable. Ce banc, qui a persisté depuis et auquel on donne le nom de « Mumbles » a dû être dragué, et l'opération est à recommencer tous les deux ou trois ans; l'origine de ce banc doit évidemment être attribuée à ce que les jetées agissent à la façon des épis. Le sable étant d'excellente qualité, il est emmagasiné après chaque dragage et trouve un emploi avantageux dans l'industrie.

Ensuite de la reconnaissance faite par les soins de l'Amirauté en 1873, il fut constaté qu'il existait, à travers la barre, un chenal de 16 pieds de profondeur à basse mer de vives eaux, ce qui constituait un accroissement de près de 10 pieds depuis la construction de la grande jetée du nord.

L'accroissement rapide de profondeur, qui eut lieu dans les premières années après la construction, fut accompagné de ce qu'on peut appeler un mouvement de la barre vers l'est, comme si le sable enlevé était passé d'un versant sur l'autre; c'est ce qui se comprendra mieux par une comparaison des sections prises en travers de la barre en 1819 et en 1856 (fig. 5, pl. V). On voit qu'il y a une distance considérable entre les versants orientaux de la barre à ces deux

époques ; mais ils semblent être restés invariables de 1856 à 1873; la crainte que l'on avait éprouvée d'aboutir finalement à un simple refoulement de la barre, sans changement de profondeur, n'était pas fondée.

La superficie du port, comprise entre les deux jetées, ou ce qu'on peut appeler le bassin de curage est actuellement de 2,350 acres (950 hectares), dont 700 acres ne se découvrent pas à marée basse.

La capacité totale du port, à marée haute de vive eau, est de 30,000,000 de tonnes, et la capacité au dessus de mi-marée est de 19,000,000 de tonnes. On voit, par ces chiffres, qu'une grande partie de ce cube n'est pas utilisée pour le curage et, en second lieu, que, quant à son action sur celui-ci, la Liffey doit être considérée comme une quantité négligeable. Les eaux sales, déversées par elle dans le port, sont entraînées par la marée descendante ; à marée basse seulement, elle pourrait y déposer de la vase, mais la durée de l'étale n'est pas assez grande pour que le dépôt puisse avoir lieu sur une grande échelle.

La capacité du port va constamment en augmentant par le fait que le sable descend de l'estran vers le chenal, à mesure que le niveau des eaux s'abaisse ; mais cet avantage est compensé, au moins en partie, par le fait qu'il faut enlever à la drague les sables ainsi entraînés dans le chenal.

Dans l'intérieur du port, le chenal s'est approfondi à marée basse, par l'action du courant, de 8 à 14 pieds 6 pouces, sur une longueur de 1,000 pieds.

Immédiatement à l'extérieur, le chenal s'est abaissé de 14 pieds à 29 pieds, sur une longueur d'environ 2,000 pieds. La partie la moins profonde de la barre se trouve à environ 3,500 pieds de l'extrémité des jetées. L'action du courant sur le fond paraît avoir cessé à environ un mille (1,609 mètres) au delà de l'ex-

trémité des môles, la profondeur étant, comme en 1819, de 16 pieds. A 1 3/4 mille de distance, la profondeur est de 23 pieds, et à 2 milles, de 30 pieds.

La construction des môles a donné lieu à une accumulation considérable de sable dans les angles extérieurs qu'ils forment avec la côte ; c'est une propriété générale que possèdent les épis ; le sable est d'abord jeté sur l'estran par les lames et ensuite transporté par les vents jusqu'à ce qu'il rencontre un obstacle qui l'arrête ; les lames et les courants sous-marins peuvent produire le même effet, surtout pour la partie de la plage située au delà de la laisse de basse mer.

Les épis employés en lit de rivière donnent lieu à des atterrissements qui restent toujours en arrière de la ligne unissant leur musoir, et il semble, dès lors, que la même loi doive s'appliquer aux môles ; seulement, ici, les atterrissements seront limités par une courbe tournant sa concavité vers la mer et dont l'une des extrémités se rapprochera de l'un des musoirs et l'autre se rattachera à la rive en un point où la situation des lieux n'aura pas changé ; on doit donc s'attendre à de volumineux dépôts de sable en arrière des jetées et rien n'empêche qu'ils ne s'élèvent à une grande hauteur ; mais ils ne s'étendront pas assez loin pour gêner l'entrée du port ; c'est ce que l'on observe à Dublin, où les cartes de l'Amirauté ne signalent que des déplacements insensibles de la laisse de basse mer depuis 50 ans (1). On trouve donc vérifiée ici cette loi que ce sont les jetées à claire-voie qui sont redoutables au point de vue de l'agrandissement de la plage et non pas les jetées pleines.

Nous avons parlé d'une amélioration proposée par Rennie et consistant dans la création d'un vaste réser-

(1) *Minutes of proceedings, etc.*, t. LVIII, p. 131.

voir derrière la jetée sud et l'établissement d'épis le long du chenal. M. Griffith n'est pas partisan de la création de ce réservoir ; il désire conserver cet espace pour servir à l'accumulation des sables qui, sans cela, se déposeraient en dehors de la digue projetée par Rennie; la laisse des basses mers serait ainsi rapidement reportée vers le large, et, selon toute probabilité, constituerait un grave obstacle à la conservation d'un chenal profond à travers la barre.

Nous ne partageons pas les craintes de M. Griffith; s'il se forme des dépôts de sable derrière les jetées. c'est que l'espace est éminemment propre à la formation de ces dépôts; si cet emplacement n'existait pas ou, en d'autres termes, s'il n'y avait pas de plage, les sables resteraient dans la mer où ils ne pourraient pas exercer d'action nuisible.

En ce qui concerne les épis proposés par Rennie, celui-ci avait pris pour guides les travaux qu'il avait exécutés sur la Clyde; mais, depuis longtemps, on a cessé d'en faire usage dans les rivières à marée et on préfère les remplacer par des digues longitudinales; nous estimons que de pareilles digues auraient été utiles à Dublin, pour déterminer le départ des sables du chenal, et elles le seraient encore aujourd'hui, s'il était constaté que les petits affluents qui se jettent dans le port amènent avec eux des détritus ne pouvant s'enlever que par le dragage.

Malgré les perfectionnements qu'il pourrait être utile d'apporter au port de Dublin, les deux problèmes principaux dont l'ingénieur doit se préoccuper nous paraissent y avoir été supérieurement bien résolus, d'abord par la formation d'une belle fosse de garde qui, avec les deux môles, forme un obstacle sérieux à l'introduction du sable dans le port, et ensuite par la création au nord du chenal d'un vaste segment, for-

mant un réservoir de chasse, qui entraîne les vases en suspension à chaque marée descendante. Dans bien des cas, on serait obligé, comme cela a été fait à Tynemouth, de reporter l'extrémité des jetées jusqu'au delà de la barre et de draguer celle-ci ; à Dublin, il aurait fallu, à cet effet, prolonger les jetées chacune de 1 1/2 kilomètre environ, et c'est ce que les constructeurs sont parvenus à éviter, grâce au vaste réservoir dont ils disposaient et à l'heureuse idée qu'ils ont eue de construire des jetées formant entre elles un angle aigu. Comme nous l'avons vu, ils auraient pu obtenir un résultat équivalent même si le port avait eu une capacité notablement moindre ; il leur eût suffi d'élever les deux jetées jusqu'au dessus de marée haute et au besoin de réduire la largeur de l'entrée qui pourrait être inférieure à 1,000 pieds, sans que la navigation ait à en souffrir.

Port de Howth. — Le port de Howth (fig. 4 et 6, pl. V) paraît être le premier de l'espèce dont on ait entrepris la construction ; il fut commencé en 1807 par l'ingénieur Rennie et terminé en 1825, au prix de 346,600 livres sterling.

Il est placé au nord de la colline de Howth, qui termine, dans cette orientation, la baie de Dublin.

Le port est formé de deux jetées enracinées à terre, distantes l'une de l'autre de 610 mètres à la côte. La jetée est est longue de 747 mètres et coudée, les deux parties ayant respectivement 396 mètres et 351 mètres de longueur ; celle de l'ouest est droite, se dirige vers le nord-est et a une longueur de 579 mètres ; ces jetées avancent jusqu'aux profondeurs de $3^m,60$ à marée basse et laissent entre leurs musoirs une ouverture de 107 mètres. La superficie du port est d'environ 21 hectares. La mer marne à Howth de $3^m,96$ en vives eaux et de $3^m,05$ en mortes eaux. Depuis la construc-

tion du port de Kingstown situé au sud de la baie et l'achèvement du port de Dublin, celui de Howth a perdu toute son importance et ne sert guère qu'aux pêcheurs de la localité. Comme nous l'avons dit, il n'avait été construit que parce qu'on ne croyait pas alors à la possibilité d'établir des ports en eau vaseuse.

Il s'est ensablé et n'est plus praticable qu'à mer haute aux navires d'un tirant d'eau moyen. Les autorités publiques n'allouent d'ailleurs presque pas de fonds pour son entretien.

La digue ouest a arrêté le mouvement du sable le long de la côte, et, en conséquence, la laisse de basse mer s'est avancée jusqu'aux deux tiers de la longueur de la jetée, où elle paraît s'être arrêtée.

Divers auteurs, tels que MM. Stoeklin et Laroche (1) attribuent la diminution de profondeur aux eaux qui sortent du port de Dublin ou qui proviennent de la baie et qui vont ensuite, en partie du moins, passer devant le port de Howth, au remplissage duquel elles contribuent. M. Vernon-Harcourt (2) est d'avis que l'action de ces eaux ne s'étend pas jusque là. En réalité, le port de Howth doit son insuccès à deux causes; sa capacité est trop petite pour que les eaux qui en sortent aient une puissance suffisante pour balayer l'entrée et donner lieu à la création d'une fosse de garde. En second lieu, l'entrée du port est perpendiculaire aux courbes de niveau; il reçoit ainsi en plein le courant de jusant; bien que le port se vide en ce moment, le courant d'émission n'est pas suffisant pour lutter contre le courant de jusant qui entre dans le port et vient y déposer le sable qu'il entraîne avec lui; comme dans le cas de deux courants de force inégale

(1) *Des ports maritimes*, p. 60.
(2) *Harbours and docks*, p. 200

qui luttent l'un contre l'autre, on doit constater alors dans l'entrée deux mouvements en sens contraire, l'un dirigé vers l'intérieur et l'autre vers l'extérieur.

Nous ne nous sommes occupé du port de Howth qu'à cause des défectuosités que nous venons de signaler et qu'il importe d'éviter dans les travaux de l'espèce.

Port de Madras. — Le port de Madras mérite, par le succès qu'il a obtenu et par une faute que l'on y a commise, de fixer l'attention des ingénieurs. Il a donné lieu à des articles intéressants de MM. Vernon-Harcourt (1), Eyriaud des Vergnes (2) et de Maere (3). C'est principalement à ces sources que nous puiserons notre appréciation au sujet du port de Madras.

La côte qui s'étend devant Madras est sableuse ; elle se dirige en ligne droite du nord au sud, et elle est célèbre par le ressac continuel qui y règne et qui rend difficile et parfois dangereuse l'approche des vaisseaux.

Les vents qui dominent dans cette région sont des vents périodiques, connus sous le nom de moussons du nord-est et du sud-ouest. La mousson du nord-est produit une mer clabaudeuse, où les vagues arrivant du nord-est et venant frapper obliquement la côte, donnent lieu à un transport de sable vers le sud. Ce vent souffle de novembre à avril. La mousson du sud-ouest, qui souffle de mai à octobre, occasionne une houle de fond qui marche dans la direction du nord-ouest, et il en résulte un transport de sable vers le nord ; ainsi, l'action des moussons donne lieu à des mouvements analogues à ceux que produisent les courants le long d'autres côtes, mais avec une périodicité plus longue ;

(1) Vernon-Harcourt. *Harbours and docks*, p. 290 et suivantes.
(2) Eyriaud des Vergnes. *Annales des ponts et chaussées*. Livraison, février 1889.
(3) de Maere. Ouvrage inédit.

c'est la mousson du sud-ouest qui facilite le plus les accumulations de sable contre les parties saillantes de la côte. L'estran a une pente très raide, près de terre, entre le zéro et la courbe de 7 mètres ; le talus s'adoucit beaucoup au large. En vive eau, l'amplitude de la marée est d'environ 1 mètre.

L'importance de la ville de Madras et l'absence d'un abri dans le voisinage avaient fait penser, depuis longtemps, à y établir un port ; mais la crainte perpétuelle qu'éprouvent les ingénieurs maritimes, au sujet de l'avancement de la laisse des basses mers et dont un ingénieur des rivières se rendrait difficilement compte, y avait fait renoncer jusque dans ces derniers temps ; on appréhendait que la mousson du sud-ouest n'accumulât le sable contre la jetée, au point de le faire dépasser bientôt l'extrémité de celle-ci, ce qui eût mis le port hors d'usage.

M. Parkes, l'auteur du projet, eut à soutenir une lutte de plusieurs années contre ses adversaires. Il faisait observer que ceux qui exprimaient de si vives appréhensions ne les motivaient guère ; qu'il était vrai que l'élargissement de la plage serait d'abord rapide, mais qu'il était absurde de prétendre que le sable s'avancerait aussi vite pour un deuxième allongement de 100 mètres que pour le premier ; pour le troisième, aussi vite que pour le deuxième, et ainsi de suite. Chaque fois que la plage gagnerait 100 mètres, la profondeur de l'eau augmenterait et l'avancement serait de plus en plus lent. On peut citer, disait-il, plusieurs cas où des épis et des jetées ont été élevés sur des plages sablonneuses, comme celle de Madras, et où l'élargissement de l'estran, rapide au début, s'est ralenti au bout de peu d'années, de telle manière qu'il aurait fallu un temps illimité avant qu'il pût atteindre la tête de l'obstacle et que, pratiquement, la question dispa-

raissait. M. Parkes terminait en disant que si, au bout d'un siècle ou deux, l'inconvénient redouté se présentait, il suffirait de prolonger un peu les jetées pour donner au port une nouvelle durée. Il est étonnant que M. Parkes n'ait pas ajouté qu'en tout état de cause, on pourrait recourir au dragage, pour combattre les faibles apports annuels qui, éventuellement, gêneraient l'entrée du port.

Le projet adopté (fig. 7, pl. V) consiste simplement en deux jetées pleines, distantes de 3,000 pieds (915 mètres) à la côte, établies normalement à celle-ci et longues également de 3,000 pieds; les jetées se recourbent ensuite de manière à ce que les bras forment, avec la direction primitive, un angle de 70 degrés; ces bras, y compris les courbes, ont respectivement pour longueur, celui du nord, 855 pieds, et celui du sud, 970 pieds ; les musoirs laissent entre eux une ouverture de 550 pieds ($167^m,75$) parallèle à la côte ; l'aire comprise entre les jetées est de 220 acres (90 hectares) environ.

Les travaux furent commencés, savoir, la jetée du nord, en 1876, et celle du sud, l'année suivante. L'avancement des travaux amena bientôt l'accumulation des sables ; mais, comme la jetée du nord avait été commencée la première, le sable s'accumula sur son côté sud et, par conséquent, dans l'intérieur du port ; cette accumulation continua quelque temps après que la jetée sud fut commencée ; le sable s'éleva même jusqu'à une certaine hauteur au dessus des premières assises en enrochement, de manière à recouvrir celles-ci, ce qui causa des difficultés sérieuses pour le placement des blocs de béton qui devaient reposer sur cette fondation. L'inconvénient, toutefois, disparut dès que les môles atteignirent la profondeur de quatre fathoms ($7^m,30$) ; lorsque la jetée du sud fut parvenue à cette

cote, tout mouvement de translation du sable vers le nord s'arrêta (1).

Les travaux marchèrent sans encombre pendant un intervalle de six ans, et ils étaient à la veille de leur achèvement, lorsque survint le cyclone du 12 novembre 1881, d'où résulta une mer violente qui endommagea considérablement les bras des jetées ; les assises supérieures de ces bras furent plus ou moins déplacées ou même totalement renversées sur toute leur étendue. Les parties courbes des jetées particulièrement éprouvèrent un dommage considérable, la construction ayant été affouillée et partiellement renversée ; mais, quant aux parties rectilignes, à angle droit sur la côte, elles restèrent intactes. On observa que les crêtes des vagues, durant la tempête, étaient presque parallèles au bras de la jetée du nord, de sorte que ces vagues doivent avoir agi avec toute leur puissance contre cette partie de la construction, et avec une violence un peu inférieure, quoique toujours considérable, contre le bras du sud, qui souffrit un peu moins que le premier.

En ce qui concerne la partie antérieure de la jetée du nord, les vagues ne l'ont attaquée que dans une direction tout à fait oblique, et elles ont été sans action sur la partie correspondante du sud. Nous voyons donc ici un nouvel exemple du danger auquel sont exposés les bras et leurs raccordements curvilignes dans les mers violentes.

Nous avons dit que ce que l'on redoutait surtout pour le port de Madras, ce n'était pas la violence des

(1) Un mouvement oscillatoire du sable a lieu sur la côte de Madras, à partir de la profondeur d'environ 7 mètres ; il se meut vers la côte, de février à septembre, en donnant lieu à la formation d'un banc ; c'est celui-ci qui apporta un si grand obstacle à la construction des jetées ; il est refoulé vers la mer pendant la partie restante de l'année.

vagues, mais bien l'élargissement de la plage ; l'expérience a prouvé, comme on devait s'y attendre, qu'un avancement a effectivement eu lieu d'année en année du côté sud du port, comme l'indique la fig. 7, pl. V.

L'accumulation a lieu pendant la mousson du sud-ouest ; mais une portion assez considérable du sable ainsi amené est reprise par la mer pendant la mousson du nord-est, de sorte que l'avancement en est notablement réduit, et il le sera de plus en plus, à mesure qu'il s'approchera des profondeurs plus grandes. Une certaine quantité de sable passe aussi à travers la jetée méridionale, par les interstices que les blocs laissent entre eux, mais il se dépose tout contre cette jetée et peut être facilement enlevé par le dragage ; c'est aussi un effet qui disparaîtra avec le temps.

Les sables de la côte de Madras ne peuvent pas être soumis à l'action des lames, dès que la profondeur dépasse 7 à 8 mètres ; de sorte qu'il est peu à craindre que ces lames n'introduisent du sable dans le port, même pendant les tempêtes, les musoirs étant établis à une profondeur de $13^m,70$. De légers changements de profondeur se sont, toutefois, produits dans l'intérieur du port ; la profondeur s'est accrue quelque peu en deçà de la courbe de 8 mètres, par rapport à la côte, tandis qu'une diminution de profondeur a eu lieu le long de celle-ci. Le résultat paraît être dû à l'action des vagues qui entrent dans le port et il varie avec les moussons. Cet effet eût été probablement plus sensible et le calme dans le port eût été bien moindre si M. Parkes n'avait limité la largeur de l'entrée à 550 pieds ; c'est une amélioration sensible sur le port d'Ymuiden, qui lui a servi de modèle, et où l'ouverture a une largeur excessive de 250 mètres. La faible largeur de l'entrée et la grande profondeur où l'on a placé les musoirs constituent, à notre avis, les deux

grands mérites du port de Madras; il se trouve bien barricadé contre l'entrée des sables qui, d'ailleurs, à cause de la raideur du talus, éprouvent plus de difficulté à entrer qu'à sortir; quant aux vases, il n'en est pas question sur cette partie de la côte du Coromandel, et c'est une circonstance fort heureuse, attendu que, vu la faible amplitude de la marée et le peu d'étendue du port, on ne pourrait pas compter sur le courant de sortie pour en obtenir l'évacuation.

Port d'Ymuiden (fig. 1, pl. VI). — Il n'y a peut-être pas de port sur lequel on ait autant écrit que celui d'Ymuiden (1), et nous n'en connaissons pas non plus, dont l'étude soit plus intéressante à divers points de vue; nous allons, par suite, nous en occuper avec plus de détails que nous ne l'avons fait pour les ports précédents de Howth et de Madras.

L'enceinte du port d'Ymuiden est limitée par deux jetées en béton, dont chacune a une longueur de 1,528 mètres; l'intervalle qui les sépare à leur enracinement à la côte est de 1,200 mètres; les jetées sont rectilignes sur une longueur de 1,198 mètres, formant avec la ligne qui unit leur base, un angle intérieur de 78 degrés; les bras qui les terminent, longs de 250 mètres, font entre eux un angle droit et sont raccordés avec les premières parties des jetées par un arc de cercle de 80 mètres de développement. L'extrémité

(1) Voici quelques ouvrages dans lesquels on peut trouver des renseignements étendus sur le port d'Ymuiden :

1° M. De Mey. *Etude sur le régime de la côte de Belgique*, pp. 264 et suivantes.

2° Hayter. *On the Amsterdam ship canal. Minutes of proceedings of the institution of civil engineers*, t. LXII.

3° M. Conrad. *Tijdschrift van het Koninklijk instituut van ingénieurs*, 1885-1886, eerste gedeelte, pp. 31 et suivantes, et même publication, année 1889-1890, pp. 77 et suivantes.

De notre côté, nous avons visité ce port, et MM. les ingénieurs hollandais, avec leur amabilité habituelle, nous ont donné tous les renseignements que nous avons trouvé bon de leur demander.

des jetées est placée dans le fond de 8 mètres sous marée basse.

L'entrée, occupant approximativement la position ouest-nord-ouest, a une largeur de 260 mètres ; mais, à cause des blocs de béton qui protègent le pied des musoirs, on ne peut guère compter que sur un passage utile de 200 mètres.

La hauteur des môles n'est pas constante ; sur une longueur de 650 mètres pour celui du nord et de 750 pour celui du sud, elle est de 5 mètres au dessus des basses mers de vives eaux ; sur les 118 mètres suivants, la hauteur, qui est conservée jusqu'à leur extrémité, s'élève à 6 mètres.

La surface du port est de 92 hectares à marée basse et de 102 hectares à marée haute ; la différence provient de ce que la plage n'a pas été enlevée jusqu'au pied des dunes. Du côté du chenal, la plage est soutenue par des digues basses.

Le chenal présente une largeur de 250 mètres et une profondeur de $7^m,60$ sous marée basse, à partir de l'entrée du port, et sur 1,155 mètres de longueur ; l'axe de ce chenal est assez sensiblement dirigé de ouest-nord-ouest vers est-sud-est.

Le canal d'accès, qui réunit l'avant-port avec les écluses, a 1,400 mètres de longueur ; sa profondeur est de $7^m,60$, sa largeur au plafond de 38 mètres et, au niveau de flottaison, de 90 mètres ; la direction de son axe est approximativement celle de l'ouest à l'est.

Dans la région d'Ymuiden, la largeur de la plage jusqu'à la laisse des basses mers est, en moyenne, de 160 mètres. L'estran sous-marin qui la précède est très faiblement incliné ; les lignes de niveau de $2^m,50$, de 5 mètres et de 8 mètres se trouvent respectivement à 450, 900 et 1,600 mètres du pied de la dune, au delà desquelles on rencontre une pente encore plus douce,

qui raccorde l'estran avec un plateau horizontal de 8 milles de largeur, à 15 mètres sous basse mer.

Il ne se trouve aucun banc dans le voisinage de la côte.

Le régime des vents est caractérisé par la fréquence des vents d'ouest ou du sud-ouest; les tempêtes soufflant du nord-ouest y ont le plus de violence.

La hauteur moyenne de la marée est de $1^{m},70$ et, lors des vives eaux, la hauteur est de $1^{m}, 90$.

La vitesse maxima moyenne du courant de flot est de 45 mètres par minute; en vives eaux, elle est de 1/5 plus grande et en mortes eaux de 1/5 plus petite.

La vitesse du courant de jusant est les 3/4 de la vitesse maxima du courant de flot.

Ces courants ne sont pas giratoires; ils sont parallèles à la côte ou aux courbes de niveau.

Le courant de flot et celui de jusant ont la même durée.

Dans les profondeurs de 4 à 10 mètres, les courants sont équivalents, bien qu'à la surface celui de flot soit un peu plus fort que celui de jusant.

Après cette description des lieux, il nous reste à exposer ce qui s'y passe ou s'y est passé.

Le projet, tel qu'il était conçu et tel qu'on a essayé de l'exécuter, comprenait un bassin de forme elliptique destiné à servir de refuge aux vaisseaux chassés par le mauvais temps; le grand axe avait 1,155 mètres de longueur et le petit 650; la surface étant ainsi d'environ 60 hectares, la profondeur devait être de $7^{m},60$ à l'entrée et de $6^{m},60$ à l'autre extrémité.

Le volume total des dragages à exécuter pour creuser cette surface elliptique avait été évalué à 1,500,000 mètres cubes; mais, lorsqu'on eut exécuté près de 4,500,000 mètres cubes mesurés dans les chalands, il restait encore 500,000 mètres cubes à enlever pour

réaliser la profondeur voulue ; du 4 octobre 1878 au 30 novembre 1879, alors que l'on essayait encore de mettre la surface elliptique à la profondeur voulue, on a dragué 765,000 mètres cubes mesurés dans les chalands, et, malgré cela, le cubage des travaux effectués n'accusait qu'une diminution de 4,000 mètres cubes, et, à cette époque, le mètre cube de dragage coûtait encore plus d'un florin.

On se décida alors à se contenter d'un chenal de 250 mètres de largeur, qui forme en quelque sorte un diminutif de l'ellipse; au point de vue du passage des navires, une pareille largeur n'est pas nécessaire, en effet, à la navigation; dans bien des ports, on se contente, pour le chenal, d'une longueur de 70 à 100 mètres (1).

Nous devons faire observer que l'on s'est écarté ici de l'une des règles fondamentales de l'art de l'ingénieur, règle d'après laquelle il ne faut faire d'abord, dans des ouvrages de l'espèce, que le strict nécessaire, sauf à exécuter ensuite des travaux supplémentaires, si l'expérience en démontre la possibilité et la nécessité.

Or, l'expérience a démontré que l'avant-port d'Ymuiden ne constitue pas un bon port de refuge ; les vaisseaux y sont trop battus par le vent, et, d'un autre côté, l'entrée est trop large pour que l'on y obtienne un calme convenable. Dans les tempêtes seulement, quand le nombre de vaisseaux à garer est considérable, on se sert du port comme lieu de refuge temporaire. C'est dans le canal d'accès aux écluses que les vaisseaux vont se réfugier de préférence, parce qu'ils y sont abrités par les dunes. Malheureusement, le canal,

(1) A Ostende et à Dunkerque, le chenal a 70 mètres ; à Boulogne, 80 et à Calais, 100.

comme nous l'avons dit, n'a que 38 mètres de largeur au plafond, et les bateaux de pêche, devenus très nombreux à Ymuiden, sont les premiers à venir l'occuper. M. Conrad a proposé, dans l'intérêt de ces bateaux, la création d'un refuge particulier qui aurait 370 mètres de longueur et 120 de largeur, et une profondeur de $4^m,10$ sous marée basse. D'autre part, la création d'une nouvelle écluse plus grande que les deux autres et qui doit avoir son canal d'accès particulier, améliorera la situation; celle qui existe actuellement est loin de pouvoir être considérée comme satisfaisante à tous égards.

Par le fait de la présence des jetées, le courant de flot, de même que celui de jusant, se trouvent nécessairement renforcés vis-à-vis de l'entrée; on a constaté que le flot, avec des vents modérés de l'ouest au nord, avait une vitesse maximum de $1^m,10$ à $1^m,25$ vis-à-vis du musoir de la jetée sud, et le jusant, observé vis-à-vis de la jetée nord, avec des vents modérés de l'est-nord-est, une vitesse maximum de $0^m,55$ à $0^m,70$ par seconde.

La partie du courant de flot qui vient buter contre la jetée sud-est déviée le long de celle-ci, où elle trace un profond sillon et vient rejoindre le courant non modifié en deçà de l'entrée; là, il se produit une bifurcation, une partie du courant continue sa voie, tandis que l'autre entre dans le port; sa partie la plus active longe la jetée nord, court parallèlement à cette direction avec une énergie qui va en diminuant, traverse le chenal en deçà des digues basses et se perd dans la partie sud du port.

Une partie du courant de jusant longe de même la digue nord, en traçant un sillon; mais aucune partie de courant n'entre dans le port, qui est alors en vidange; le courant d'émission se réunit au courant de jusant,

pour former un courant unique qui se dirige vers la pleine mer.

L'augmentation de vitesse qu'éprouvent les courants de flot et de jusant a donné lieu à la création d'une fosse qui commence un peu au delà de la sortie du port; on la voit très bien dessinée sur la courbe de 11 mètres de profondeur et elle se termine un peu plus loin vers la mer. Il n'est pas douteux, selon nous, que si les jetées avaient été plus longues, cette fosse aurait acquis une importance plus considérable, par suite de la concentration des courants (1) et il en serait résulté deux avantages : les sables qui pénètrent actuellement dans le port auraient éprouvé plus de difficulté à remonter le talus, et, d'autre part, les musoirs étant placés dans une eau plus profonde, l'action des lames se serait moins fait sentir sur le fond ; on aurait, ainsi, réalisé, d'une manière artificielle, les avantages que la nature a accordés aux ports de Kingstown et de Madras.

M. Conrad, à qui nous devons une excellente description des phénomènes qui se produisent dans le port d'Ymuiden, sans laquelle il nous eût été bien difficile d'écrire cet article, va nous mettre à même d'exposer ce qui se passe quant à l'ensablement et à l'envasement.

Le courant de flot, dévié, dont nous avons parlé, donne lieu à un dépôt de sable du côté nord de l'entrée, dépôt qui est à cheval sur cette entrée; bien qu'il s'étende notablement plus à l'intérieur qu'à l'extérieur, il paraît s'engraisser fortement à l'extérieur, lors des

(1) M. Conrad nous apprend que cette concentration se fait déjà actuellement lorsque les vents soufflent avec violence du côté de la terre ; la situation devient alors essentiellement meilleure en dehors de l'entrée; une grande partie du sable qui s'y était déposé est entraînée par le courant. (*Tydschrift*, 1885-1886. 1re partie, p. 32.)

ouragans puissants dont la durée est longue ; pendant les temps ordinaires, le dépôt journalier de sable est assez faible. Le dépôt de sable s'étend sur une longueur de 100 mètres environ dans l'intérieur du port; au delà, on trouve du sable vasard et de la vase; le sable se rencontre toutefois jusque dans le canal d'accès, mêlé à une plus ou moins grande quantité de vase ou d'argile délayée ; contrairement à ce qui a lieu pour le sable, le dépôt des matières légères diminue lors des fortes marées, parce que le courant d'émission, devenu plus puissant, est alors mieux à même de les emporter.

Les ingénieurs hollandais ont représenté par des teintes les quantités de matière à enlever chaque année sur des carrés de 10 mètres de côté ; le dessin fait assez bien l'effet d'une comète, dont le noyau de sable déborde à l'extérieur ; c'est au nord de l'axe du chenal que les dépôts sont les plus forts.

Le noyau, qui s'étend dans l'intérieur du port, sur une longueur approximative de 100 mètres, comprend une surface d'environ 2 hectares 25 ares ; de grands changements de profondeur s'y manifestent parfois dans un temps bien court, pendant les grands vents du sud-ouest au nord-ouest. Le 31 juillet 1883, le sémaphore avait accusé une profondeur de $7^{m},60$; pendant la première moitié du mois d'août, il y eut de grands vents d'ouest ; ils furent particulièrement violents du 8 au 10, et, le 14, on constata que la profondeur s'était abaissée jusque $6^{m},60$. Du 1er août au 31 septembre, il s'était déposé 82,000 mètres cubes de sable et de vase dans le chenal.

La situation, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, était passablement bonne le 29 décembre 1883; mais elle était devenue très mauvaise le 8 février 1884. Du 20 au 30 janvier, il régna une forte tempête venant de

l'ouest et du nord-ouest. Devant le musoir de la jetée du nord, on ne sonda que $4^{m},60$ et, en dehors du port, le relèvement au sud de l'axe était de $0^{m},70$ à $1^{m},30$ et au nord de 2 à 3 mètres ; sur les $2^{hect.},25$ dont nous avons parlé, l'exhaussement moyen, au sud de l'axe, était de 1 mètre et au nord de $1^{m},40$, et, sur toute la surface, en moyenne, de $1^{m},30$, de sorte qu'il s'était déposé, sur cette surface, environ 30,000 mètres cubes de sable. Ces dépôts, qui réduisent considérablement la largeur de l'entrée, doivent nécessairement être enlevés à court délai ; c'est ce qui oblige les entrepreneurs de l'entretien du port à avoir constamment à leur disposition un matériel assez considérable et élève notablement le prix du mètre cube de dragage.

Dans le discours qu'il a prononcé au Congrès maritime tenu à Paris en 1889, M. Conrad nous a appris que le maintien de la profondeur de $7^{m},60$ sous marée basse de vive eau, avec une surface au plafond de 66,000 mètres carrés pour le canal d'accès aux écluses, une surface de 264,000 mètres carrés pour le chenal intérieur et une surface de 37,000 mètres carrés pour l'accès extérieur du port est réalisé à forfait ; que l'entreprise pour la période de cinq années, qui doit s'écouler du 1er juillet 1886 au 30 juin 1891, a été adjugée pour la somme de 847,000 florins, correspondant à une somme annuelle de 169,400 florins, ce qui, déduction faite de quelques travaux à exécuter aux jetées, se réduit à une somme annuelle de 168,000 florins. Les segments latéraux ne sont pas dragués; ils ne devraient l'être que s'ils s'élevaient d'une quantité notable au dessus de marée basse ; mais leur situation est devenue assez stable depuis que le niveau moyen du segment nord a atteint la cote de 4 mètres sous mer basse, et le niveau moyen du segment sud, la cote de 6 mètres sous le même repère.

Tous les déblais doivent être transportés et jetés dans la Mer du Nord à une distance de 5 kilomètres du pied des dunes, où se trouvent des profondeurs d'eau de plus de 12 mètres.

Dans la période de trois ans, du 1er juillet 1886 jusqu'au 30 juin 1889, les dragages, mesurés en bateau, ont été, en moyenne, annuellement :

	Mètres cubes.
A l'extérieur des musoirs	63,162
Dans le chenal de l'avant-port . . .	446,625
Dans le canal d'accès aux écluses . .	25,928
Total. . .	535,715

Le temps calme et la houle permettent le dragage à l'extérieur pendant 112 jours et à l'intérieur pendant 232 jours.

Pour que la profondeur désirée puisse, autant que possible, être maintenue en tout temps, les dragages sont effectués par l'entrepreneur à une profondeur d'environ $0^m,50$ au dessous de la cote fixée par le cahier des charges,

D'après ce qui précède, le coût du mètre cube déblayé et transporté, mesuré en bateau, est de 31 cents ou 66 centimes.

La dépense d'entretien à Ymuiden est, comme on le voit, très considérable, et il y a lieu de se demander si l'on n'aurait pas pu la réduire. La première idée qui vient naturellement à l'esprit est que le port eût dû être plus grand ; mais nous avons vu, en parlant du projet de Heyst, que, pour obtenir des dragages convenablement réduits, la surface devrait s'élever à 150 hectares ; à Ymuiden, où la marée moyenne est de plus de moitié moindre qu'à Heyst, la surface aurait donc dû être au moins de 300 hectares, ce qui est précisément la superficie du port projeté à Boulogne,

tandis que celui projeté à Douvres devait avoir une superficie de 275 hectares ; mais, dans un cas comme dans l'autre, à force de vouloir faire du grandiose, on a dépassé les limites du raisonnable, et il est bien probable que ces deux ports ne seront jamais terminés, vu l'énormité de la dépense; nous estimons donc qu'à Ymuiden, au lieu de chercher à guérir le mal d'une manière radicale, on aurait pu se borner à l'atténuer, et nous croyons donc que le résultat aurait été plus satisfaisant si l'on avait avancé l'entrée du port d'une couple de centaines de mètres dans la mer, fait les jetées droites au lieu de les recourber, diminué la largeur de l'entrée et celle du chenal dans une forte proportion, limité ce chenal par des jetées basses à leur extrémité et s'élevant à hauteur de mi-marée à l'entrée et enfin augmenté de 6 à 700 mètres l'écartement des jetées à leur enracinement. Ces modifications auraient pu se faire, vraisemblablement, sans augmenter la dépense moyennant de renoncer à l'enceinte elliptique.

A Ymuiden, on a aussi construit des jetées basses, mais on les a placées précisément là où il n'en fallait point, à moins de les élever tout au plus au niveau de marée basse ; si, en effet, on avait déblayé la plage jusqu'à ce dernier niveau, on aurait donné au port une superficie de 102 hectares, dépassant de 10 hectares celle qu'il possède actuellement.

L'axe du port fait avec celui du canal un angle de 159 degrés, de sorte que le chenal est en partie courbé ; on aurait mieux fait, selon nous, de reporter le point de croisement des deux axes au delà des écluses ; dans un chenal courbe, il y a tendance à corrosion du côté de la concavité ; c'est là, sans doute, une des raisons pour lesquelles le chenal tend à se reporter vers le sud.

Durant les tempêtes, les vagues s'élèvent à une hau-

teur notable au dessus des musoirs; mais, jusqu'à présent, la gêne causée par ce ressac aux navires qui se présentent à l'entrée du port, n'a pas été suffisante pour qu'il y ait lieu d'en tenir compte.

La montée et la descente de la mer dans le port, mais surtout dans le canal d'accès aux abords des écluses, constitue fréquemment une difficulté pour les vaisseaux qui y sont amarrés. Dans ces circonstances, il arrive que les câbles d'amarre, les chaînes des ancres ou même les poteaux d'amarrage se brisent; alors aussi les portes des écluses clapotent et le passage des bateaux doit être arrêté. Pendant la tempête du 21 octobre 1874 venant de l'ouest, l'échelle placée contre les écluses marquait à 3 heures $1^{m},25$ —, à $3^{h},15'$, $3^{m},05$ —, à $3^{h},30'$, $0^{m},75$, — et à $3^{h},40'$, $1^{m},90$; de sorte que, pour des intervalles de 10 et de 15 minutes, il s'était produit des relèvements et des abaissements de $1^{m},80$, $2^{m},30$ et $1^{m},15$.

Nous croyons que les inconvénients signalés ci-dessus seraient considérablement atténués par la création d'une bonne crique d'épanouissement à proximité des écluses.

Le canal d'Amsterdam à la mer reçoit les eaux surabondantes de la contrée qu'il traverse, et M. Conrad signale comme une cause de retard au passage des écluses, les chasses que l'on doit faire pour évacuer ces eaux dans la mer. Ces chasses se font au moyen de l'écluse d'évacuation et parfois aussi au moyen de la petite écluse de navigation. Ce n'est pas la vitesse d'écoulement qui constitue l'obstacle, attendu qu'elle est toujours assez faible, mais bien les remous et les courants transversaux qui se produisent dans le canal d'accès, surtout dans le voisinage immédiat des écluses et qui ne permettent pas aux bateaux de conserver la direction nécessaire pour entrer dans l'écluse ou en sortir.

Ces chasses n'ont pas lieu journellement, mais seulement quand le niveau de l'eau dans le canal dépasse une certaine hauteur. Autant que possible, on chasse pendant la nuit et on a égard aux heures présumées de l'arrivée des bateaux à vapeur.

A notre avis, on ne retire pas, à Ymuiden, tous les avantages qui pourraient résulter de l'emploi des chasses, et la cause nous paraît provenir d'un phénomène mal interprété, qui est le suivant :

Lorsqu'on ouvre les portes d'aval, pour livrer passage à un bateau descendant, celui-ci se met en marche de lui-même; l'eau salée remplace dans l'écluse l'eau douce, en commençant par les couches inférieures, et les couches supérieures s'écoulent dans le canal d'accès, en entraînant le bateau avec elles ; c'est ce phénomène qui a conduit M. Conrad à dire, au Congrès de Paris : « Le procédé des chasses artificielles n'est pas appliqué « dans le port d'Ymuiden. Cependant, une partie de « l'eau douce des polders de Hollande est évacuée « dans les périodes des grosses pluies par les écluses « d'Ymuiden; cette eau douce, dont la pesanteur « spécifique est moindre que celle de l'eau de la mer, « ne peut pas déblayer le plafond du canal d'accès aux « écluses qu'elle n'atteint pas » (1).

Selon nous, il importe assez peu que l'eau douce se mêle à l'eau salée pour obtenir des chasses.

Si, lorsque les eaux du canal d'accès commencent à s'écouler vers la mer, on y ajoute de l'eau douce, la quantité de liquide qui devra s'écouler, dans un temps donné, sera augmentée et, par suite, la vitesse deviendra plus grande. Nous croyons que c'est surtout à cette eau douce que l'on doit attribuer la faible quantité de dragage à exécuter dans le canal d'accès et qui

(1) *Compte-rendu des travaux du Congrès*, p. 91.

a été de 26,000 mètres cubes seulement en 3 ans ; nous serions bien surpris si, dans le nouveau canal que l'on va creuser pour aboutir à la grande écluse, on n'avait pas à draguer un cube plus considérable.

Nous devons ajouter que les installations actuelles du port d'Ymuiden ne sont pas bien conçues pour les chasses ; chaque fois qu'on lâche de l'eau par une écluse ou par un barrage, il se produit immédiatement en aval des mouvements irréguliers qui rendent la navigation impossible ; on aurait obtenu un résultat meilleur en construisant un long mur en prolongement du bajoyer du large de l'écluse d'évacuation ou en faisant déboucher cette écluse dans la crique d'épanouissement, si pareille crique avait été établie.

M. Eyriaud des Vergnes (1) a fait observer qu'au delà de la courbe de 11 mètres de profondeur, le plan des lieux qu'il avait à sa disposition montre un mamelon, compris entre les courbes — 13 mètres, dont le sommet dépasse — 11 mètres. M. des Vergnes l'attribue au versement des cubes considérables de dragages exécutés dans les dernières années des travaux pour l'approfondissement de l'avant-port. Comme les dragages et les transports correspondants se font toujours par temps maniables, M. des Vergnes considère comme probable que les paquets déposés par les porteurs arrivaient à se tasser en place, avant que les tempêtes d'hiver eussent de l'effet sur eux et qu'ils ont constitué sur le fond une éminence qui s'est engraissée en arrêtant les apports du large. M. Eyriaud des Vergnes est conduit à penser que les versements n'ont été faits ni assez loin ni assez au nord des ouvrages. Il est à craindre, selon lui, que l'économie obtenue par le choix d'un lieu de dépôt trop voisin de l'entrée ne revienne, finalement, à un prix élevé.

(1) *Annales des ponts et chaussées*, février 1887, p. 377.

M. Conrad (1) a repris l'examen de cette question; il a fait observer que M. des Vergnes ne s'est occupé que d'une situation déjà ancienne et non pas des changements qui sont survenus postérieurement. Dès que la situation signalée fut bien constatée, on se résolut à transporter le dépôt à 4,000 mètres du pied des dunes, au lieu de 3 kilomètres, dans un fond de 13^{m},50 sous marée basse et le répandage devait se faire de telle sorte que le fond ne serait nulle part surhaussé de plus de 1^{m},50. L'idée que l'amas de sable placé à 3,000 mètres devrait disparaître progressivement fut vérifiée par la suite.

Déjà les sondages opérés le 23 septembre 1878 avaient fait voir que la surface du dépôt était réduite et que son niveau était quelque peu descendu, et ceux du 17 octobre 1878 permirent de constater que la surface où la profondeur était inférieure à 8^{m},10 sous marée basse qui, en août, était encore de 32,000 mètres carrés, avait diminué de 2,800 mètres et que la profondeur minimum était de 7^{m},80 sous marée basse.

Le 14 novembre 1878, on ne trouva plus que deux points où la profondeur était inférieure à 8^{m},10 de 0^{m},10 à 0^{m},20, et, le 10 janvier 1879, la moindre profondeur s'élevait à 8^{m},20 et la surface surhaussée avait encore diminué.

La carte hydrographique, dressée en mai 1882, fait voir qu'il reste encore une faible partie du dépôt et celle de septembre 1889 (fig. 1, pl. VI) permet de constater que le lieu de dépôt est presque complètement balayé et que la profondeur primitive est sur le point d'être rétablie.

La distance de 4 kilomètres des dunes, qui avait été fixée en 1878, a été reportée, à partir du 1er juil-

(1) *Mededeelingen betreffende de storting van baggerspecie uit de haven van Ymuiden*. La Haye, Van Langenhuisen, 1890.

let 1886, à 5,000 mètres, où la sonde accuse une profondeur dépassant $12^m,10$ sous marée basse; mais le dépôt n'est pas non plus immédiatement enlevé, de sorte que le déversement doit se faire avec prudence et réflexion.

Pour nous, ce qui résulte de cette discussion, c'est que le dépôt pourrait se faire le mieux au nord du port et le plus près possible de celui-ci; s'il restait en place, il ne gênerait personne; le courant de flot ne pourrait pas l'entraîner dans le port, celui de jusant ne pourrait que le disperser dans la mer et les lames le repousser davantage vers la côte. Nous serions bien étonné si, cette proposition étant faite à l'entrepreneur, celui-ci se refusait à l'accepter.

Nous dirons quelques mots des ensablements dans les angles extérieurs des jetées, cette éternelle crainte des ingénieurs maritimes.

« Pour constater les modifications survenues dans « les bas fonds sous-marins aux abords du port « d'Ymuiden et l'effet des jetées sur la plage et l'estran « sous-marin, au nord et au sud du port, on a déter- « miné la laisse de basse mer et effectué dans la « région du port des sondages dans des directions « normales à cette ligne sur une longueur de 4,000 mè- « tres et suivant des profils distants de 250 mètres.

« Ces opérations ont eu lieu périodiquement de 1874 « à 1889 et ont permis de constater :

« 1° Que l'ensablement de l'estran provoqué par « les jetées faisant saillie de 1,155 mètres sur le « rivage ne se fait plus sentir du côté du midi au delà « de 1,400 mètres comptés à partir de la jetée sud; « du côté nord, il devient très faible au delà de « 1,400 mètres de la jetée correspondante;

« 2° Que les ensablements qui se produisent dans « les angles extérieurs formés par les jetées avec la

« dune sont, depuis 1881, stationnaires dans l'angle « sud et ne doivent pas être considérés comme un « obstacle dans l'angle nord des jetées;

« 3° Que les courbes des profondeurs de 5, 8 et « 11 mètres sous *A. P.* (1), en observant que la pente « de l'une à l'autre n'est que de 1/200 n'ont subi aucun « changement qui mette en danger l'accès du port et « qu'au contraire les courbes de 8 à 11 mètres sous « *A. P.* se sont rapprochées notablement des musoirs « et de l'entrée » (2).

Il résulte de ce qui précède que le port d'Ymuiden a été établi dans des conditions particulièrement difficiles. La côte, dans cette région, n'est pas, comme la nôtre, protégée par des bancs, de sorte que les vagues y acquièrent une grande impétuosité; elles remuent le fond de la mer au point que celle-ci est parfois, selon l'expression de M. Conrad, comme gorgée de sable (*verzadigd met zand*); les courants de flot et de jusant sont assez forts de leur côté pour entraîner les sables, et le talus est si peu incliné qu'ils remontent facilement dans le port; la mer est, en outre, fréquemment chargée de vase provenant des grands fleuves qui y débouchent au sud et enfin, pour couronner le tout, l'amplitude de la marée y est faible. Il faut bien ajouter que le projet n'a pas été suffisamment étudié; on n'y rencontre aucune de ces idées heureuses, comme nous en avons eu à signaler à propos des ports de Dublin et de Madras et nous n'avons pas pu lui épargner la critique.

Si, malgré sa mauvaise situation et ses imperfections, le port d'Ymuiden satisfait à sa destination,

(1) *A. P.* est le zéro de l'échelle d'Amsterdam (*Amsterdamsche peil*); il est situé à environ $0^m,90$ au dessus de la basse mer des vives eaux.

(2) M. Conrad. *Discours prononcé au Congrès maritime de Paris*, p. 94 et 95.

avec de grands frais d'entretien, il est vrai, cela provient de ce que le système, dans son principe même, recèle tant de qualités, que des erreurs d'application assez notables peuvent être commises dans les détails, sans compromettre l'ensemble de l'œuvre. Il existe actuellement bon nombre de ports à enceinte. Nous citerons, entre autres, sans avoir la prétention de les énumérer tous, ceux de Aberdeen, Blyth, Charleston, Dublin, Galveston, Howth, Kingstown, Madras, Middlesborough, Newbury port, Sunderland, Tynemouth, Warkworth et Ymuiden. Ces ports sont établis dans les conditions les plus variées, sans que, pour aucun, l'on puisse attribuer au système même l'insuccès de l'entreprise. Celui de Howth est, d'ailleurs, le seul qui, à notre connaissance, soit signalé comme n'ayant pas bien réussi. Bien au contraire, le nombre de ports où l'entretien se fait au moyen d'écluses de chasse diminue de jour en jour; or, du moment que, pour entretenir un chenal, on a recours au dragage, il est beaucoup plus simple de recourir aux jetées convergentes qu'aux jetées parallèles à claire-voie, accompagnées de digues basses; dans un cas comme dans l'autre, on ne peut avoir qu'un chenal à draguer; seulement, avec des jetées pleines convergentes, l'entrée du sable n'est pas possible latéralement, et, si l'on dispose d'une capacité suffisante, qui permette au courant de sortie de créer une bonne fosse de garde, on interdit aussi, dans une grande mesure, l'introduction du sable par l'entrée. Les chasses ne disparaissent pas avec des jetées convergentes; seulement, les *bassins de chasse* sont remplacés par des *segments de chasse* qui possèdent le précieux avantage de chasser à chaque marée. Ces chasses seraient, sans doute, impuissantes à provoquer l'approfondissement d'un chenal en lit de sable, mais elles suffisent, du moment que les seg-

ments sont assez grands et la marée assez forte, pour provoquer le départ de la plus grande partie de la vase qui s'est introduite dans le port. Nous avons dit, d'ailleurs, que l'on peut augmenter singulièrement leur énergie en établissant, le long du chenal, des digues s'élevant depuis la marée basse jusqu'à mi-marée et même au delà. En présence de toutes ces considérations, le choix à faire entre les deux systèmes de port ne paraît pas bien difficile.

Projet d'avant-port (fig. 2, pl. VI). — Nous terminerons ce petit travail en donnant, d'après les considérations qui y sont émises, un projet d'avant-port à construire dans l'hypothèse où il faudrait aboutir à une profondeur de 8 mètres à 4,000 mètres de la rive, l'amplitude de la marée en vives eaux étant de 4^{m},60.

Comme nous l'avons dit, nos connaissances actuelles ne nous permettent pas de résoudre la question par le calcul; il faut se guider d'après certaines analogies et se réserver le moyen de compléter le travail s'il n'atteignait pas, d'une manière satisfaisante, le but que l'on s'est proposé.

Supposons qu'on établisse les jetées jusqu'à une distance de 2,000 mètres de la côte, qu'on les écarte à leur base de la même quantité et qu'on donne à l'entrée une largeur de 150 mètres. Dans ces conditions, la surface du port sera de 215 hectares et la quantité de liquide qu'il renfermera en vives eaux sera, en nombre rond, de 10 millions de mètres cubes.

Au port de Dublin, la contenance est de 30 millions de mètres cubes; mais, sur cette quantité, il s'en écoule, avant la mi-marée descendante, un volume de 19 millions qui est à peu près perdu pour la création de la passe; il en reste donc 11 millions, dont une partie ne sort pas du port; en conséquence, on ne peut estimer, comme dans notre projet, qu'à environ

10 millions, la quantité à employer utilement ; mais, d'autre part, cette eau agit pendant la mi-marée seulement, tandis que nos 10 millions de mètres cubes doivent agir pendant la marée entière, soit pendant un temps double, ce qui constitue une situation tout à fait désavantageuse.

D'un autre côté, nous proposons, pour l'entrée, une largeur de 150 mètres seulement, au lieu de 300, ce qui, toutes choses égales, donne une vitesse double, de sorte que, dans les mêmes conditions de profondeur, notre projet serait supérieur à celui de Dublin : on aurait la même vitesse du courant d'émission pendant un temps double. Mais nous voulons une profondeur de 8 mètres sous marée basse et elle n'est que de $4^m,90$ sur la barre de Dublin ; l'amplitude de la marée n'étant ici que de $3^m,70$ et le mouvement devant être considéré à partir de la mi-marée seulement, la profondeur moyenne de l'eau est de

$$4^m,90 + \frac{3.70}{4} = 5.825,$$

tandis que, dans notre port, la profondeur moyenne est de

$$8 + \frac{4.60}{2} = 10.30;$$

la vitesse moyenne y sera donc plus faible dans le rapport

$$\frac{5.825}{10.30} = 0.56;$$

nous supposerons que le même rapport existe entre les vitesses du fond, ce qui constitue une hypothèse avantageuse à notre projet. D'autre part, à Dublin, la matière que le courant a dû enlever était le sable ; dans notre projet, c'est la vase et le sable vasard. La vase n'exige, pour être entraînée, que le quart environ

de la vitesse réclamée par le sable ; admettons, quoique nous ne connaissions pas d'expérience faite à ce sujet, que le sable vasard exige le tiers de cette dernière vitesse, et, dans ce cas, l'avantage est encore en faveur de notre port, puisque nous avons les 0.56 de la vitesse de Dublin, tandis que le tiers nous suffirait ; mais il faut ajouter qu'à Dublin, le chenal à creuser n'avait qu'une longueur de 1,600 mètres, et qu'ici elle atteint 2 kilomètres ; les conditions sont donc bien près d'être égales et il serait difficile de dire de quel côté se trouve l'avantage.

Nous avons supposé que la profondeur à donner sous marée basse serait de 8 mètres ; si l'on voulait obtenir une profondeur plus grande, il faudrait augmenter, en conséquence, les dimensions du port.

Les calculs auxquels nous venons de nous livrer ne constituant qu'une grossière approximation, il y a lieu de se demander ce qu'il y aurait à faire si la passe ne présentait pas une profondeur suffisante.

Le premier travail auquel il y aurait lieu de recourir, serait le dragage qui, actuellement, ne coûte pas cher. Cependant, pour que le dragage donne un résultat bien pratique, il faut que, moyennant un léger excès de profondeur, qui, à Ymuiden, est de $0^{m},50$, la navigation ne devienne pas impossible pendant le chômage auquel les dragueurs sont forcément soumis lorsque le temps devient mauvais ; si, donc, la passe se trouvait trop encombrée de matières sédimentaires, il deviendrait nécessaire de prolonger les jetées parallèlement à elles-mêmes, jusqu'à ce que l'inconvénient fût suffisamment atténué.

Il convient, enfin, de prévoir une crique d'épanouissement aux abords de l'écluse pour la sécurité de la navigation et une dérivation permettant d'amener de l'eau douce pour curer le canal d'accès à l'écluse.

On nous a demandé quel pourrait être l'effet sur l'estuaire de l'Escaut de deux digues faisant saillie de 2 kilomètres sur la côte en aval de cet estuaire. Ces deux digues étant établies à 25 kilomètres de l'embouchure, dans un endroit où l'estuaire est devenu très large, elles ne constitueraient plus qu'un simple accident de la côte; leur action, dans tous les cas, ne pourrait guère être appréciable.

Mais dans quel sens cette action s'exercerait-elle? Pour répondre à cette question, il faut se demander ce qu'il y aurait à faire si l'on voulait améliorer cet estuaire; or, le meilleur moyen d'y parvenir, serait de réduire le nombre de passes en supprimant les petites; si, après avoir établi les deux épis qui enceignent le port, on en construisait une série d'autres, dont la longueur irait en diminuant au fur et à mesure qu'ils se rapprocheraient de l'embouchure, où la dite longueur deviendrait nulle, on aurait amélioré l'estuaire dans une certaine mesure.

Les deux jetées constitueraient donc, à ce point de vue, une très petite partie d'une amélioration elle-même très petite.

Bruxelles, le 27 septembre 1890.

ANNEXE

Les soussignés :

MM. J.-F.-W. Conrad, inspecteur du Waterstaat, à La Haye;
R.-O. Van Manen, ingénieur en chef du Waterstaat, à Haarlem;
A.-A. Bekaar, ingénieur d'arrondissement, à Amsterdam;

Consultés par :

MM. Berger, Administrateur-inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Bruxelles;
Colson, ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, échevin des Travaux publics, à Gand;

MM. JEAN COUSIN, ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, entrepreneur de travaux publics, à Bruxelles;

HELLEPUTTE, ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, membre de la Chambre des représentants, à Louvain;

Baron DE HAULLEVILLE, publiciste, directeur du *Journal de Bruxelles*, à Bruxelles;

DE MAERE-LIMNANDER, ingénieur civil, ancien membre de la Chambre des représentants, à Gand;

ARTHUR VERHAEGEN, ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, à Gand;

font les déclarations suivantes, à la suite de la visite collective faite à Ymuiden, le 8 juillet 1890 :

1° Le port d'Ymuiden, pendant les tempêtes, ne peut être considéré comme un port de refuge complet, satisfaisant à toutes les conditions de sécurité; l'expérience a appris qu'il ne peut être considéré en général que comme une passe, que les navires peuvent traverser sans danger.

Cependant, à quelques reprises, pendant des tempêtes, quand le passage par les écluses était impossible, on a été forcé de se servir du port comme port de refuge, et non sans succès.

En effet, de grands navires se sont refugiés, dans ces circonstances, dans le canal d'accès vers l'écluse; quelques-uns d'entre eux, qui ne pouvaient trouver place dans le canal sans danger, ont jeté l'ancre dans le chenal du port, et même dans le segment latéral du sud, et sont restés là quelque temps sans être endommagés.

2° Il est vrai qu'un certain ressac se produit contre les môles maçonnés; jusqu'à présent la gêne causée par ce ressac aux navires qui se présentent à l'entrée du port, n'a pas été suffisante pour qu'il y ait eu lieu d'en tenir compte.

3° En vertu du cahier des charges modifié, l'entrepreneur a fourni trois dragueurs, quatre grands chalands à vapeur, dont deux pouvaient se transformer en suceurs; six chalands, un grand suceur et deux remorqueurs.

En réalité, l'entretien du port se fait habituellement au moyen :

a) De deux dragueurs, pouvant extraire chacun 150 à 200 mètres cubes par heure et travaillant ensembre 150 jours de 12 heures par an;

ces dragueurs sont accompagnés de quatre chalands à vapeur, dont deux sont disposés de façon à pouvoir servir de suceurs;

b) D'un grand suceur, pouvant contenir 350 mètres cubes de sable;

c) D'un grand remorqueur;

Les produits du dragage sont transportés dans des fonds de 12 mètres, sous mer basse, situés à 5,000 mètres au moins du pied des dunes.

4° Le coût des travaux d'entretien a été, pour les cinq dernières années, y compris l'année courante, de 847,000 florins, y compris la pose des blocs de béton, destinés à l'entretien des brise-lames et la fourniture de 800 mètres cubes maçonnerie de briques, soit 169,400 florins par an.

Le coût de l'entretien de la profondeur du port seul, sans les dits travaux, peut être évalué à 823,000 florins, soit 164,600 florins par an.

5° En cas de tempête par vent nord-ouest, quand la houle est assez forte, la manœuvre de l'écluse ne peut pas se faire.

Lorsque cela arrive, les navires attendent, amarrés dans le canal d'accès, que la manœuvre puisse se faire de nouveau.

6° La construction d'une nouvelle écluse, qui mesurera 225 mètres de longueur sur 25 mètres de largeur et 10 mètres de tirant d'eau, n'est pas due aux difficultés que présente, en cas de tempête, la manœuvre de l'écluse actuelle, ni à la distance trop faible entre cette écluse et l'entrée du port, mais bien au désir de permettre l'entrée du canal à des navires d'une plus grande longueur et d'un plus grand tirant d'eau.

7° Par les plus fortes tempêtes le calme est suffisant à l'intérieur des jetées pour permettre aux navires, sans danger, le passage vers le canal d'accès, et pour leur donner, en cas de besoin, un abri temporaire lorsque ce passage est impossible.

Ce fait résulte d'ailleurs des constatations précédentes.

8° Les ingénieurs hollandais sont unanimes à se prononcer contre le système des estacades en charpente, même appuyées sur des jetées basses en maçonnerie.

9° La courbe des profondeurs de 12 mètres est assez variable, mais en général on peut dire qu'elle s'est rapprochée de la côte depuis l'établissement du port, surtout près de l'embouchure.

10° Les segments latéraux du port ont acquis une stabilité moyenne

assez suffisante, depuis que le niveau moyen du segment nord a atteint la cote de 4 mètres sous mer basse, et le niveau moyen du segment sud la cote de 6 mètres sous mer basse.

11° L'expérience a démontré que les apports de vase à l'entrée et à l'intérieur du port d'Ymuiden sont moins considérables, en temps de grosse mer, qu'en temps de mer calme ; le contraire a eu lieu pour les apports de sable.

J.-F.-W. CONRAD,
R. VAN MANEN,
A. BEKAAR.

RAPPORT DU COMITÉ SPÉCIAL [1]

CHARGÉ

D'EXAMINER LES QUESTIONS QUI SE RATTACHENT AU TRACÉ DU CANAL MARITIME

DESTINÉ A

RELIER LE PORT DE BRUGES A LA CÔTE

PUBLIÉ PAR ORDRE DE

M. LÉON DE BRUYN,

MINISTRE DE L'AGRICULTURE, DE L'INDUSTRIE ET DES TRAVAUX PUBLICS.

Bruxelles, le 19 février 1890.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Le comité spécial chargé d'examiner les questions qui se rattachent au tracé du canal maritime destiné à relier le port de Bruges à la côte, a l'honneur de vous faire connaître le résultat de ses études.

Il avait à analyser et à comparer quatre projets décrits au mémoire de M. l'ingénieur en chef directeur Piens, en date du 1er mars 1889, et à désigner celui

(1) Le Comité spécial était composé de :

MM. LAMAL, Directeur général des ponts et chaussées, Président.
BERGER, DE RAEVE et DE MATTHYS, Administrateurs-Inspecteurs-Généraux des ponts et chaussées.
BOVIE, Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées.
LAHAYE, — — , Secrétaire.
(Membres du Comité permanent consultatif des ponts et chaussées.)
MICHEL, Inspecteur général de la marine.
PIENS et TROOST, Ingénieurs en chef, Directeurs des ponts et chaussées.
DEMEY, Ingénieur principal des ponts et chaussées.

de ces projets qu'il conviendrait d'adopter pour établir, dans les meilleures conditions, une nouvelle voie maritime entre Bruges et la mer.

Les deux premiers projets consistent à creuser un canal à grande section reliant Bruges à la mer par Heyst. Dans l'un deux, le port qu'il s'agirait de construire en ce point du littoral se composerait essentiellement, à l'imitation du nouveau port d'Ymuiden, d'une vaste enceinte limitée par des môles insubmersibles et entretenue à profondeur uniquement au moyen de dragages. C'est le système proposé par M. de Maere. Dans le second projet, le port à établir à Heyst comprendrait, en principe, un chenal d'accès large et profond, bordé de jetées basses en maçonnerie avec estacades et conduisant vers un avant-port convenablement disposé ; les envasements intérieurs y seraient combattus par un puissant système de chasse à l'eau de mer. Ce dispositif a été préconisé par M. l'ingénieur Demey.

Les deux autres projets ont pour but d'apporter un changement radical à la communication actuelle de Bruges à la mer par Ostende. Le premier consiste à élargir et à approfondir le canal existant et à le débarrasser des eaux du sud de Bruges, lesquelles seraient dérivées vers le port de Blankenberghe. Les eaux des wateringues dont l'écoulement s'effectue aujourd'hui par l'arrière-port d'Ostende se déverseraient par deux dérivations spéciales directement dans l'avant-port. D'après le second projet, le canal actuel serait élargi et approfondi depuis Ostende jusqu'à Plasschendaele ; à partir de ce point jusqu'à Bruges, on creuserait un canal nouveau, au nord et le long de celui qui existe ; ce canal serait alimenté dans toute son étendue à l'eau de mer, et il serait mis en communication, à Plasschendaele, avec le tronçon de l'ancien canal au moyen

d'une écluse à sas. Le canal existant ne servirait plus qu'à la petite navigation et à l'écoulement des eaux surabondantes. Dans ce dernier but, on construirait à Plasschendaele deux siphons sous la nouvelle voie maritime. Le premier serait destiné aux eaux surabondantes du canal actuel comprenant surtout celles du sud de Bruges ; elles seraient conduites par une nouvelle voie d'évacuation longeant le canal maritime vers l'avant-port d'Ostende. Le second siphon livrerait passage au watergang dit : « Noordgeleed », appartenant à la wateringue de Blankenberghe ; les eaux de ce watergang conserveraient plus loin leur écoulement naturel vers l'écluse bleue et seraient ensuite évacuées dans l'avant-port. Quant aux eaux des terres de la grande wateringue de l'Ouest et de quelques polders avoisinants amenées par le canal du Kamerlynckx, elles continueraient, d'après le projet présenté par M. l'ingénieur en chef Piens, à se déverser dans l'arrière-port, après avoir passé en siphon sous la nouvelle voie maritime et les bassins à flot à établir au port d'Ostende. Le comité, dans une de ses premières séances, voulant assurer l'assèchement des terres précitées dans de meilleures conditions, a fait introduire au projet une modification ayant pour but non seulement de supprimer les siphons, mais aussi de conduire les eaux du Kamerlynckx directement vers l'avant-port par un canal de dérivation qui déboucherait à l'ouest de la nouvelle écluse destinée à donner accès au canal maritime.

Le comité a procédé d'abord à l'étude des deux projets relatifs à l'établissement d'une communication maritime de Bruges à la mer par Heyst, et il a désigné celui qui méritait la préférence. Puis il a examiné les projets présentés pour l'amélioration de la voie maritime de Bruges à la mer par Ostende et il a indiqué encore le meilleur de ces projets.

Le comité restait ainsi en présence de deux projets, qui ont fait de sa part l'objet d'un examen comparatif approfondi, et il a formulé ses conclusions.

Solution par Heyst.

Les deux projets d'une communication maritime de Bruges à la mer par Heyst ne diffèrent que par le système d'avant-port à établir en ce point de la côte.

Le nouveau canal serait formé d'un bief de 11 kilomètres de longueur alimenté exclusivement à l'eau de mer (pl. VII). Il offrirait 8 mètres de profondeur sous la flottaison. Celle-ci serait fixée à la cote $3^m,50$ par rapport au niveau moyen des basses mers de vive eau observées à Ostende, pris pour repère ; elle correspondrait à la hauteur moyenne des marées de morte eau, et se trouverait à $0^m,55$ sous l'étiage réglementaire du canal de Bruges à Ostende, avec lequel le canal proeté serait en communication au moyen d'une écluse à sas à construire à Bruges.

La largeur au plafond du canal maritime serait de 22 mètres; les talus seraient inclinés à raison de 3 de base pour 1 de hauteur, de sorte que la largeur à la flottaison serait de 75 mètres en tenant compte des bernes de $2^m,50$ de largeur chacune, que l'on établirait à $1^m,50$ ou 2 mètres environ sous la flottaison, dans l'intérêt de la conservation des talus.

Comme la longueur totale du canal est faible, il n'est pas nécessaire de prévoir de garage.

L'écluse d'entrée à Heyst offrirait 24 mètres de largeur, 200 mètres de longueur, avec buscs placés à la cote $5^m,50$ sous le repère.

Les ouvrages d'art du canal maritime proprement dit comprendraient, en dehors des écluses précitées et des installations à établir à Bruges par les soins et aux frais de cette ville :

1° Un pont destiné à la traversée du chemin de fer de Blankenberghe à Heyst, lequel devrait être détourné sur une longueur de près de 7 kilomètres;

2° Deux ponts tournants carrossables;

3° Deux siphons pour l'écoulement des eaux des wateringues vers le canal de Selzaete.

Ces siphons pourraient être supprimés en dérivant les eaux des watergangs situés des deux côtés du canal projeté, les unes vers l'avant-port de Heyst et les autres vers le canal de Selzaete à la mer du Nord.

Le comité a reconnu unanimement qu'une voie navigable à grand tirant d'eau creusée entre Heyst et Bruges, dans les conditions qui viennent d'être indiquées, constituerait une communication de premier ordre et il en a approuvé le tracé et les dispositions générales.

Les discussions ont porté plus spécialement sur le point de savoir quel système il conviendrait d'adopter pour l'avant-port de Heyst.

Cette question ayant donné lieu à de vives polémiques, le comité l'a examinée à nouveau, avec grande attention.

L'idée d'établir un nouveau port à Heyst, avec communication vers l'intérieur du pays, date de longtemps. Elle a été reprise et développée en 1875, par M. de Maere-Limnander, qui n'a cessé depuis de la défendre avec une persévérance remarquable.

Le projet présenté par M. de Maere consistait à construire, en ce point de la côte, une enceinte de 60 hectares de superficie, limitée par des jetées convergentes insubmersibles; ces jetées, formées de blocs artificiels, s'avanceraient jusqu'aux fonds de 7 mètres sous marée basse, laissant entre leurs extrémités une passe d'entrée de 300 mètres de largeur.

Plus tard, M. de Maere a modifié la disposition des

parties extrêmes des jetées et il a réduit la largeur de l'entrée à 200 mètres (pl. VII, fig. 3).

Il s'agissait, dans l'esprit de l'auteur, de créer devant Heyst « un port en eau profonde accessible « en tout temps et à toute heure de la marée aux « navires du plus fort tonnage ; un port de refuge « où, en cas de gros temps, se remiseraient les navires « de toute provenance et de toute destination qui « passent au large de nos côtes ».

Aujourd'hui que le commerce exige de plus en plus de célérité, un port sûrement accessible aux plus grands navires, chaque jour et à toute heure de la marée, constitue évidemment un outillage excellent, que toutes les nations sont jalouses de posséder. Aussi le projet de M. de Maere, tel qu'il était défini par l'auteur, n'a pas tardé à rallier de nombreux partisans.

Le littoral de la Belgique, malheureusement, ne se prête pas à l'exécution d'un projet aussi séduisant. M. de Maere n'a pas bien tenu compte des conditions d'accessibilité de l'atterrage de Heyst, ni des difficultés considérables que les navires ont à vaincre, en cas de gros temps, pour attaquer un port situé sur une côte ouverte à tous les vents du large.

C'est ce que la commission instituée en 1878 par le gouvernement, pour examiner le projet dont il s'agit, a fait ressortir. Elle a commencé par étudier attentivement le régime des fonds sous-marins de la côte de Heyst et de l'estuaire de l'Escaut et elle est arrivée à cette conclusion :

Que l'étude des modifications successives survenues dans les fonds sous-marins depuis le commencement du siècle, ainsi que des actions sollicitantes des courants de marée et des vents, tend à prouver qu'aucun changement notable n'est à prévoir dans le régime des bancs et des passes de ces parages maritimes, qui soit de nature à

modifier les conditions actuelles d'accès conduisant de la passe du Wielingen vers l'emplacement du port projeté.

Pour ce qui est de ces conditions d'accès, la commission de 1878 les a définies exactement dans les termes suivants :

Le port projeté à Heyst, par suite du peu de profondeur du plateau « Het Zand » que les navires auraient à traverser pour se rendre de la passe de Wielingen vers la fosse de Heyst, ne serait accessible, à marée basse, qu'aux navires d'un tirant d'eau de 5 mètres; les bâtiments calant 6 mètres pourraient se diriger vers l'entrée du port pendant huit heures, et ceux calant 7 mètres, pendant quatre à cinq heures seulement, en moyenne, à chaque marée.

On a fait remarquer aussi, au sein du comité spécial que dans toute l'étendue du plateau « Het Zand » la mer est fort mauvaise par gros temps; les navigateurs ne s'exposeraient pas, en pareil cas, à franchir la dépression de ce plateau, où il n'existe que 6^m,20 d'eau à marée basse, pour chercher un refuge au port projeté, dont l'entrée elle-même ne serait pas sans offrir de danger.

De vrais ports de refuge exigent des avantages que l'on ne rencontre qu'exceptionnellement, savoir : une passe d'accès large et profonde, où la navigation s'opère dans des conditions plus ou moins semblables à celles de la pleine mer; une entrée sûre pendant les fortes houles, et, enfin, un vaste espace où les bâtiments, dès qu'ils ont franchi l'entrée, puissent jeter l'ancre et éviter librement. C'est ainsi que l'Escaut, constamment accessible par la passe du Wielingen, est un excellent refuge pour les navires surpris par une tempête de N. à N.-O., et sous ce rapport le voisinage de ce fleuve présenterait un avantage pour le port projeté.

Le comité reconnaît néanmoins que les conditions

d'accès de l'atterrage de Heyst, telles qu'elles sont rappelées plus haut, sont de nature à satisfaire aux besoins d'une navigation maritime très active.

Il a examiné ensuite le projet de port proprement dit.

Au point de vue nautique, le seul avantage qui semble propre au système d'enceinte avec môles insubmersibles proposé par M. de Maere, c'est que les navires, aussitôt qu'ils auraient traversé la passe d'entrée par une mer plus ou moins houleuse, trouveraient dans pareil avant-port une grande surface d'eau où ils pourraient mouiller sans gêne ni entrave; mais ce ne serait qu'à la condition de trouver à l'intérieur de l'enceinte, pendant les forts vents du large, assez de calme pour que les bâtiments puissent y rester à l'ancre en toute sécurité.

Or, le port d'Ymuiden, qui a servi d'exemple à M. de Maere, ne répond pas, sous ce rapport, à l'attente des ingénieurs néerlandais. L'avis de M. Conrad, inspecteur général du Waterstaat, est formel à cet égard :

« Malgré la hauteur des môles, dit M. Conrad, et la « forme de l'avant-port destinée à favoriser l'épanouis- « sement des lames, le port d'Ymuiden, pendant les « tempêtes, n'est pas un mouillage offrant de la sécu- « rité pour les navires de mer, et certainement pas « pour les navires de faible tonnage; l'expérience a « appris qu'il ne peut être considéré que comme une « passe que les navires peuvent traverser sans danger. »

D'autre part, il est à remarquer que la manœuvre la plus difficile pour les bâtiments consiste à attaquer le port par gros temps, et à ce point de vue une entrée limitée par des môles pleins est moins favorable qu'un large chenal compris entre des jetées avec musoirs à claire-voie. Ces musoirs, en effet, ne donnent pas lieu

à des lames de réflexion et à des ressacs aussi violents que des môles maçonnés, et ils ne produisent pas, à la tête des jetées, un changement aussi brusque du régime de la pleine mer, surtout pour des atterrages comme ceux de la côte des Flandres, où les courants de marée ont beaucoup d'intensité. Enfin, dès qu'un navire a franchi l'entrée, il n'éprouve plus de difficulté à parcourir le restant du port, pourvu que la profondeur et la largeur de la passe navigable soient suffisantes, et que celle-ci conduise vers un avant-port convenablement placé à l'abri de la houle.

Le comité a conclu de ce qui précède que le système d'avant-port proposé par M. de Maere n'offre pour la navigation, aucun des avantages que l'auteur lui attribue.

Il a examiné ensuite le projet de M. de Maere au point de vue technique.

Rappelons d'abord brièvement les considérations qui ont guidé l'auteur lorsqu'il a déterminé l'emplacement et les dispositions du port projeté.

M. de Maere a choisi comme emplacement un point situé à 1,250 mètres environ à l'ouest des écluses de Heyst; les dunes présentent en cet endroit une largeur très faible, et les fonds de 7 mètres sous marée basse s'y trouvent à 800 mètres seulement du pied des dunes.

« Ce sont ces deux raisons, dit l'auteur dans une de « ses premières brochures, minimum de déblais à faire « pour percer les dunes, minimum de longueur à don- « ner aux jetées, qui nous ont conduit dans le choix « du point exact où l'avant-port doit être construit. »

Ces raisons sont évidemment d'un ordre secondaire quand il s'agit d'établir un nouvel accès à la mer; mais, par là même, M. de Maere, qui avait aussi porté son attention sur la situation fort amaigrie de la plage

de Heyst, a adopté, comme emplacement du port projeté, un endroit de la côte où les ensablements sont fort peu à craindre et qui présente, sous ce rapport, un régime exceptionnellement favorable. Il s'agit, comme on sait, des accumulations de sables qui, dans les travaux de l'espèce, se produisent généralement dans les angles extérieurs formés par les jetées avec la dune et devant la passe d'entrée.

M. de Maere s'en préoccupe cependant beaucoup, mais sans préciser exactement le phénomène et sans le distinguer d'une autre espèce d'alluvion, l'envasement intérieur, qui, sur la côte des Flandres, est bien plus à redouter.

« L'ensablement, dit l'auteur, est le dépôt des « matières tenues en suspension par les eaux.

« Quand les eaux possèdent une certaine vitesse, « les matières sont entraînées; dès que cette vitesse « diminue dans une mesure suffisante, les molécules « obéissent aux lois de la pesanteur et se précipitent. »

Sans faire de distinction entre l'action des courants de marée et celle des vagues, M. de Maere dit ensuite, après avoir cité l'opinion de M. Minard, concernant la profondeur relativement faible à laquelle cette dernière se fait sentir sous le niveau de la mer :

« De plus, il est constant que le mouvement vertical « d'ondulation du large se transforme, sur les côtes, « en vitesse horizontale; les vagues interrompues « dans leur développement inférieur frappent la plage, « glissent sur le fond et l'entament quand il est « friable. Que la dénivellation de la marée se réduise, « comme à l'embouchure du Nil, à $0^m,18$ ou monte « comme sur nos côtes à $4^m,50$, le rivage ne cessera « d'être fouetté par la lame et celle-ci se chargera « jusqu'à saturation de molécules sablonneuses.

« Vienne alors un obstacle quelconque, interrom-

« pant le mouvement de la vague ou le ralentissant, « et aussitôt le dépôt se formera. Dès lors, maintenir « le mouvement des ondes, accélérer au besoin leur « vitesse initiale, tel est le but qu'il faut atteindre.

« Comment?

« Dans le paragraphe précédent, nous avons éta- « bli la formule générale qui règle le phénomène « hydraulique dont nous nous occupons. Elle est à « trois variables :

$$Q = S \times V$$

« Q étant le volume d'eau à écouler; S, la section « d'écoulement; V, la vitesse.

« Nous avons vu le rapport intime qui existe entre « ces trois données et comment elles se comportent « entre elles.

« Il suffit, pour un volume constant, de diminuer de « moitié la section pour obtenir une vitesse double « et partant, en certains cas, enlèvement de sable là « où il y avait dépôt. C'est sur ce principe si simple « que sont basés, depuis des siècles, tous les travaux « d'amélioration des rivières.

« Dans l'espèce donc, empêcher l'épanouissement « de l'onde, emprisonner la vague, lui ménager une « sortie relativement étroite afin d'accélérer le cou- « rant — tant à la sortie qu'à l'entrée à chaque « marée — tel est le problème à résoudre. »

Les considérations invoquées par M. de Maere, assez confuses d'abord, n'ont guère de rapport avec la question; il n'y a pas d'analogie entre les mouvements de marée d'un avant-port et ceux qui se produisent dans les fleuves à marée.

Aussi, la conclusion suivante formulée par l'auteur est entièrement erronée :

« Que l'on songe, dit-il, à l'énorme volume d'eau « toujours en mouvement que le port de Heyst ren-

« fermera, soit une nappe liquide qui, à marée basse, « aura 7 mètres, à marée haute, $11^m,50$ de hauteur; « que l'on compare cette masse colossale à l'étroitesse « relative de l'entrée du port, entrée où, quatre fois « dans les vingt-quatre heures, elle devra passer, et on « arrivera évidemment à cette conclusion que l'ensa- « blement n'est pas à craindre. Peut-être, avec quelques « ingénieurs hollandais dont j'ai cité l'avis, y aurait-il « lieu plutôt de prévoir l'érosion des jetées. »

Déjà, au sein de la commission gouvernementale de 1878, il a été signalé que les courants auxquels M. de Maere attache une si grande importance seraient, au contraire, très faibles. D'après des calculs approximatifs faits par un membre de cette commission, leur vitesse maximum ne dépasserait pas $0^m,22$ par seconde, entre les musoirs des môles, pour un avant-port de 132 hectares de superficie, dimension dont il avait été question dans la commission.

M. l'ingénieur Charles Piens a déterminé les vitesses des mêmes courants à l'aide d'un tracé graphique pour une enceinte de 74 hectares, superficie adoptée définitivement par M. de Maere.

D'après une note que cet ingénieur a adressée au comité, la plus grande vitesse est de $0^m,19$ en vive eau. Ces courants, comparés à ceux qui circulent devant le port et qui atteignent jusqu'à $1^m,30$ de vitesse par seconde, auraient bien peu d'importance, on le voit, et ils seraient tout à fait incapables de produire l'action de curage sur laquelle compte M. de Maere.

La commission gouvernementale, sans s'arrêter davantage à ces considérations, a étudié longuement la marche des alluvions le long de la côte de Heyst, en tenant judicieusement compte des conditions qui caractérisent le régime de celle-ci, et elle a formulé les conclusions suivantes au sujet de la question des ensablements :

1° *Au point de vue de la marche des alluvions le long de la plage et de l'estran sous-marin, la côte de Heyst offre un régime très favorable, de sorte que les ensablements qui pourront se produire dans les angles extérieurs formés par les jetées du port avec la dune ne doivent pas être considérés comme un obstacle à l'adoption du projet ;*

2° *Les dépôts de sable qui se produiront près de la passe d'entrée dans les angles morts à l'extérieur du port et près de l'extrémité des jetées à l'intérieur, ne paraissent pas devoir être assez importants avec une forme courbe de jetée convenablement étudiée, pour qu'on ne puisse, dans des conditions pratiques et sans de trop grandes dépenses, les combattre par le dragage.*

Ces questions ont donc, dès le début, été résolues dans un sens favorable au port projeté, indépendamment, bien entendu, du système d'enceinte proposé par M. de Maere, mais uniquement à cause du régime propre à l'atterrage de Heyst; elles n'ont plus donné lieu à discussion.

Il est à remarquer d'ailleurs, qu'au point de vue des ensablements, la situation des autres atterrages du littoral, Ostende et même Nieuport, n'est pas beaucoup plus désavantageuse que celle de Heyst.

Mais il se présente une difficulté très considérable quand on veut créer un port offrant beaucoup de profondeur sous le niveau des basses mers; elle consiste à combattre les envasements intérieurs et elle est commune, à peu près au même degré, à tous les points de la côte des Flandres.

Cette côte se trouve, sous ce rapport, dans une situation particulièrement défavorable. Les fonds sous-marins qui la précèdent comprennent une série de bancs de sable puissants. Ces bancs sont séparés par des passes et des sillons plus ou moins profonds, favorisant les dépôts de vase que nourrissent les apports

amenés par les courants tant de la Manche que de la mer du Nord, où il existe des fonds très étendus de terrains argileux et vaseux.

Les ingénieurs hydrographes ont constaté que ces dépôts subissent l'influence du « gain du flot », c'est-à-dire de l'effet combiné des courants de marée et des vents, tendant à transporter définitivement dans le sens du courant de flot les matières que les eaux de la mer tiennent en suspension ; il est hors de doute que pour les parages situés devant la côte des Flandres, il se produit aussi un « gain de jusant », par rapport à l'onde venant du détroit, qui doit s'accentuer surtout par les périodes de vents du N. au N.-E. Dans les dépôts dont nous venons de parler interviennent les alluvions ténues que les fleuves à marée, tels que l'Escaut, la Meuse et le Rhin, entraînent jusqu'à l'embouchure, où elles se confondent avec les vases considérablement plus abondantes d'origine marine.

Les fonds vaseux de notre littoral, situés en grande partie à des profondeurs relativement faibles, sont fortement remués par les lames de gros temps, et comme, d'autre part, les courants de marée y sont très intenses, — le flot et le jusant atteignent respectivement jusqu'à $1^{m},30$ et $1^{m},10$ de vitesse par seconde, au moment de leur plus grande intensité, — les eaux y tiennent constamment en suspension des quantités importantes de vase. Aussi, dans ces parages, la mer présente généralement une teinte gris-jaunâtre.

Le degré de saturation des eaux varie, du reste, à chaque instant, non seulement avec l'agitation plus ou moins prononcée de la nappe marine, mais aussi avec l'intensité des courants ; ainsi, on constate, par temps calme, qu'en pleine mer le volume des matières en suspension diminue beaucoup aux étales.

Lorsque des eaux ainsi chargées pénètrent libre-

ment, à chaque marée, dans des espaces abrités, tels qu'un avant-port ou un chenal intérieur, elles produisent, à cause du calme relatif qui y règne, des dépôts très abondants, quand aucun écoulement d'eau naturel ou artificiel n'agit pour les expulser.

L'importance des dépôts dans un port croît rapidement avec la profondeur à laquelle il est creusé, car la précipitation des matières en suspension est d'autant plus active que la nappe liquide a plus d'épaisseur et présente, par conséquent, plus de calme dans les couches inférieures; d'autre part, l'action érosive de la vague sur le fond diminue quand la profondeur de l'eau augmente et cette profondeur atténue l'influence des courants d'émission sur le fond. Des observations faites au port de Saint-Nazaire confirment ce point capital.

La commission de 1878 a longuement développé les considérations qui précèdent et a fait ressortir combien les dépôts, qui se produiraient dans une enceinte comme celle proposée par M. de Maere, seraient importants.

Pour en donner une idée, elle s'est basée principalement sur les faits constatés, d'un côté, dans les bassins de marée d'Ostende et de Blankenberghe, et de l'autre, dans l'avant-port d'Ymuiden et elle est arrivée aux conclusions suivantes :

1° *Pour maintenir dans pareille enceinte la profondeur prescrite de* 7 *mètres sous marée basse, il faudrait employer, d'une manière permanente, un grand nombre de bateaux dragueurs qui entraveraient fortement la navigation. Les dragages à exécuter exigeraient en outre une dépense trop considérable; leur importance probable était évaluée à* 1,700,000 *mètres cubes correspondant à un dépôt de* 1^{m},30 *d'épaisseur par an pour une superficie totale d'avant-port de* 132 *hectares;*

2° *En ne creusant dans l'enceinte qu'une passe centrale de 250 mètres de largeur, ainsi que le proposait finale-M. de Maere, on supprimerait de fait le port de refuge. D'autre part, le cube des dragages à effectuer pour le maintien de cette passe, d'une surface de 38 1/2 hectares, était évalué approximativement à 1,000,000 de mètres par an, pour tenir compte des vases qui afflueraient des segments latéraux. Ces dragages nécessiteraient donc encore une très grande dépense, et le matériel à employer pour leur exécution créerait des embarras pour la navigation.*

En 1884, l'administration communale de la ville de Bruges institua une nouvelle commission chargée d'étudier spécialement le projet de port de M. de Maere au point de vue des envasements intérieurs. Cette commission n'a eu à s'occuper que du projet modifié par l'auteur, c'est-à-dire de celui où il n'est maintenu dans l'enceinte qu'une passe centrale de 250 mètres de largeur. Elle a conclu que cette passe, d'environ 37 hectares de superficie, aurait pu être entretenue moyennant un dragage annuel de 300,000 mètres cubes correspondant à un dépôt de $0^{m},80$ *d'épaisseur* seulement dans l'étendue de la surface précitée, sans aucune augmentation pour les quantités de vase qui afflueraient des segments latéraux.

Le comité a examiné avec soin les arguments exposés par la commission de la ville de Bruges ; il a écarté tout d'abord ceux basés sur des tableaux d'observations fournis par l'administration communale de cette ville et relatifs aux quantités de matières en suspension dans les eaux de la mer. Ces tableaux ne résultent que de quelques expériences isolées faites dans des conditions défectueuses et sans contrôle ni méthode sur des échantillons d'eau de mer recueillis devant Heyst et devant Ymuiden.

Le comité a passé ensuite aux autres arguments.

On sait que la commission gouvernementale, dans ses comparaisons entre le port projeté et les ports de Blankenberghe et d'Ostende, d'une part, et celui d'Ymuiden, d'autre part, avait admis que l'importance des envasements est proportionnelle à la profondeur d'eau aux marées hautes moyennes de vive eau. Elle avait voulu ainsi faire la part favorable au projet de M. de Maere, puisque les observations faites au port de Saint-Nazaire ont prouvé que les dépôts augmentent beaucoup plus rapidement avec la profondeur d'eau.

Cependant la commission nommée par la ville de Bruges estimait que l'évaluation faite dans ces conditions, de l'épaisseur probable des envasements du port projeté, était exagérée.

Le comité, après un examen attentif, est d'un avis absolument contraire.

Il est hors de doute que le calme relatif qui règnerait dans l'avant-port de Heyst serait moindre que celui qui se produit dans les bassins de marée de Blankenberghe et d'Ostende ; mais il ne suffit pas, pour atténuer notablement l'importance des dépôts dans de pareils avant-ports, d'y avoir une certaine houle ; celle-ci, en effet, est nécessairement limitée, sans cela elle occasionnerait des inconvénients graves pour la navigation, et elle existe peu ou point pendant les séries de temps calmes et de brises légères. D'autre part, l'agitation provoquée par de fortes brises ne serait pas assez puissante pour se transmettre jusqu'aux couches profondes de l'enceinte projetée et y produire des effets bien sensibles, tandis qu'à Blankenberghe et à Ostende, les fonds mêmes des bassins sont remués par la moindre houle lorsque l'épaisseur de la couche d'eau de marée qui les recouvre est faible ; une partie des vases déjà déposées est alors remise en suspension

et entraînée par les eaux de vidange de ces bassins.

Pour dissiper tout doute au sujet de la rapidité avec laquelle les vases se précipitent dans les ports de notre littoral, même aux endroits exposés à une certaine agitation, il suffit de citer le fait suivant :

En 1887, le chenal du port d'Ostende et une de ses dépendances, le canal d'accès à l'écluse de la marine, ont été dragués à 4 mètres sous le niveau de basse mer ; cette profondeur se maintient fort bien dans le chenal, grâce aux chasses et aux écoulements d'eau d'amont, alors que le fond du canal d'accès de l'écluse de la marine, où il se produit cependant une agitation bien plus accentuée que dans les bassins de marée précités, s'est relevé, en moins d'une année, au niveau des basses mers, soit de 4 mètres.

Le port d'Ymuiden en fournit d'ailleurs une preuve non moins concluante. Nous savons que la houle y est forte, à tel point que l'enceinte comprise entre les môles ne peut être considérée comme un mouillage offrant de la sécurité aux navires ; elle occasionne même des embarras dans le chenal attenant aux écluses d'entrée du canal maritime. Or, les dépôts de vase y sont considérables. C'est ainsi qu'on n'est jamais parvenu à creuser à profondeur tout l'avant-port, et qu'il a fallu, dès le début, se borner à y maintenir une simple passe centrale, en abandonnant les segments latéraux où les vases s'accumulent et affluent ensuite vers cette passe. Pour maintenir celle-ci, on doit extraire annuellement 500,000 mètres cubes de matières vaseuses, non compris les dragages de sable à effectuer devant l'entrée du port. Le matériel employé ne comprend pas moins de seize bâtiments, y compris les chalands et les remorqueurs nécessaires pour transporter les déblais à 5,000 mètres en mer, dans les fonds de 13 mètres de profondeur au minimum.

Et cependant les conditions hydrographiques en ce point du littoral néerlandais sont bien meilleures qu'à Heyst; l'intensité des courants de marée y est tout d'abord moitié moindre, circonstance fort importante évidemment au point de vue du degré de saturation des eaux; l'amplitude de la marée, d'où dépend le volume de remplissage du port, n'y mesure, en moyenne, que $1^m,60$ tandis qu'à Heyst elle est de 4 mètres; enfin, les fonds sous-marins de la côte d'Ymuiden sont situés à des profondeurs beaucoup plus grandes que ceux de la côte de Heyst, de sorte que les vases n'y sont pas aussi facilement soulevées par les lames.

La commission nommée par la ville de Bruges n'est pas non plus dans le vrai lorsqu'elle croit pouvoir tirer la moindre déduction des faits observés aux réservoirs de chasse du port de Breskens, pour évaluer l'importance probable de l'envasement du port projeté de Heyst. L'erreur est manifeste : que les dépôts de vase dans les bassins de chasse de Breskens soient peu notables, rien de plus naturel; ces bassins ne reçoivent, par les pertuis étroits des écluses, que l'eau nécessaire à leur remplissage et dont la hauteur, au dessus du plafond, est fort limitée: de plus, les courants d'émission, par suite du niveau élevé de ce dernier, entraînent à marée basse, lorsque les réservoirs se vident, une grande partie des matières déposées.

Le même phénomène s'observe à Blankenberghe, quoique l'écluse du bassin de chasse y soit plus large et plus profonde qu'à Breskens; les dépôts y sont insignifiants, tandis que dans le bassin de marée qui se trouve immédiatement à côté, mais qui est constamment soumis aux oscillations de la mer, ils se sont accumulés avec une rapidité incroyable, au début surtout, lorsque le plafond était descendu à 1 mètre sous le niveau des basses mers.

On a dit, enfin, que, dans les proportions établies par la commission gouvernementale pour déduire l'épaisseur des dépôts du port de Heyst de l'épaisseur des apports observés à Ostende, Blankenberghe et Ymuiden, on n'aurait pas dû admettre, pour la composition des deux premiers termes, la hauteur des marées de vive eau, mais bien la hauteur moyenne des marées, et que la hauteur de l'envasement constatée à Ymuiden n'est que de $0^m,64$ au lieu de $0^m,80$.

Un membre du comité a fait ressortir spécialement ce qu'il y a d'erroné dans cette assertion, et il a montré que l'hypothèse précitée de la commission gouvernementale est au contraire trop favorable au projet de Maere. Il aurait été plus rationnel d'adopter les mouillages à mi-marée moyenne, d'autant plus qu'on tient ainsi mieux compte de la valeur respective de l'amplitude de la marée à Ymuiden et à Heyst, facteur fort important dans la question. Evalué dans ces conditions, on obtient comme épaisseur probable des dépôts au port projeté le chiffre de $2^m,02$, bien supérieur par conséquent à celui de la commission précitée, $1^m,32$, lequel est certainement trop faible. Il se réduit à $1^m,62$ en admettant pour épaisseur du dépôt, à Ymuiden, $0^m,64$ seulement au lieu de $0^m,80$. Ce dernier chiffre cependant correspond parfaitement aux quantités de dragage qu'on effectue annuellement à ce port ; il est donc plus exact.

Le comité croit inutile d'insister davantage sur ce point ; il ajoutera cependant un mot au sujet d'un port qu'ont invoqué, comme exemple, tous ceux qui ont défendu le projet de M. de Maere, et que la commission nommée par la ville de Bruges a elle-même cité dans son rapport.

Il s'agit du port de Kingstown, situé dans la baie de Dublin. A l'intérieur de la baie, la côte est formée

de roches granitiques au sud et de roches calcaires dans la partie restante. Le fond y est formé de bancs de sable et aussi de dépôts de vase provenant surtout des apports de la Liffey. Mais à partir d'une certaine distance du rivage, on n'y rencontre plus que du sable. Or, l'enceinte du port se remplit par les eaux du courant de flot, lesquelles, en arrivant du large, longent la côte rocheuse et accore existant au sud de la baie et qui sont très claires, tandis que les eaux de jusant, qui entraînent en partie les matières soulevées à l'embouchure de la Liffey, passent devant le port au moment où il se vide.

En admettant même que le remplissage du port de Kingstown se fût fait dans des conditions moins favorables, il est certain que les dépôts qui auraient pu s'y former dans ce cas n'eussent pas été considérables. De même que s'il n'y avait à Heyst d'autres sources de vase que celles résultant de l'embouchure de l'Escaut, fleuve beaucoup plus important cependant que la Liffey, la situation serait loin d'être aussi désavantageuse. Mais les fonds vaseux s'étendent devant tout le littoral des Flandres et les troubles y sont partout également abondants.

A Ymuiden, où déjà les envasements se produisent avec beaucoup de rapidité, les eaux sont relativement claires, comparées à celles de la côte de Heyst. En temps ordinaire, on peut encore y distinguer des objets qui se trouvent au fond de la mer à une assez grande profondeur, tandis qu'à Heyst, les eaux sont constamment chargées; c'est à tel point que les scaphandriers, souvent interrogés à ce sujet, sont unanimes à déclarer qu'ils ne voient rien, pendant qu'ils plongent, pas même au moment où l'eau recouvre à peine leur casque.

De tout ce qui précède se dégage cette conclusion

irréfutable, que la commission gouvernementale, loin d'avoir exagéré dans ses évaluations l'importance probable des envasements qui se produiraient dans l'avant-port projeté par M. de Maere, est restée en dessous de la réalité.

Le comité a examiné ensuite le projet de port préconisé pour Heyst, par M. l'ingénieur Demey.

Dans ce projet, le port comprend, en principe, un chenal d'accès large et profond, limité par des jetées basses en maçonnerie, avec estacades et conduisant vers un avant-port convenablement disposé, ainsi qu'un puissant système de chasse à l'eau de mer, destiné à combattre les envasements intérieurs (pl. VII, fig. 2).

On remarquera que le dispositif qui vient d'être indiqué est semblable à celui des ports de la côte de Belgique et de la côte Nord de France ; mais la ressemblance est plus apparente que réelle.

Ces ports, en effet, Calais, Gravelines, Dunkerque, Nieuport et Ostende, étaient placés à l'origine à l'embouchure d'anciennes criques, où venaient se déverser les eaux douces des contrées avoisinantes. La profondeur du chenal y était entretenue naturellement par les courants que produisaient à chaque marée le remplissage et la vidange de ces criques, ainsi que des lagunes et des bas-fonds fort étendus, dont elles étaient bordées en amont. Tandis que la partie intérieure du chenal soumise au régime vaseux, se maintenait d'ordinaire dans des conditions de profondeur très satisfaisantes, la partie extérieure et la passe d'entrée étaient constamment envahies par les sables de la plage. Pour améliorer cette situation, on a construit des jetées basses destinées à arrêter les sables et à resserrer les courants du chenal et l'on a établi, le long de ces ouvrages, des jetées hautes en charpente pour faciliter la navigation ; mais les jetées ne s'étendaient pas, en

général, au delà de la laisse des basses mers ordinaires.

Entretemps, les lagunes et les criques furent endiguées peu à peu dans l'intérêt de l'agriculture et de la salubrité publique; finalement, les incursions de la mer furent complètement arrêtées par des écluses établies au fond du port et munies, d'un côté, de portes de flot et, de l'autre, de portes d'ebbe ou de vannages.

A mesure qu'on s'est approché de cette situation définitive, le chenal a perdu progressivement en profondeur, à l'entrée surtout.

On a eu recours alors aux chasses à l'eau de mer pour venir en aide aux écoulements d'eau douce ; à cet effet, on a endigué une certaine étendue des canaux de dessèchement limitée en amont par une écluse de garde. Dans le réservoir ainsi constitué, on a introduit la haute mer pour lâcher ensuite les eaux, à marée basse, c'est-à-dire avec la plus grande hauteur de chute possible. Plus tard, on a créé des bassins de chasse spéciaux avec écluses, en vue de lancer dans le chenal, à marée basse, les eaux emmagasinées à marée haute.

C'était toujours à l'entrée du chenal que ces moyens de curage étaient le moins efficaces, là précisément où il importe d'avoir le plus de profondeur pour tenir compte de la perte due au creux des lames et pour éviter la formation de brisants. Cette difficulté résultait de la nature même des alluvions qu'il s'agissait de combattre; formées presque exclusivement de sable, elles n'étaient que difficilement mises en suspension à cause de leur densité, et les couches anciennes, fortement tassées et souvent mélangées de débris de coquillages, offraient généralement beaucoup de résistance. Aussi avait-on admis comme principe de placer les écluses de chasse le plus près possible de l'entrée et de leur donner une grande puissance.

D'autre part, le matériel naval a subi pendant ces dernières années des transformations très rapides, caractérisées surtout par un accroissement constant des dimensions des navires, et le commerce a exigé de jour en jour plus de rapidité et de précision pour le transport, le chargement et le déchargement des marchandises.

La profondeur des ports qu'on pouvait obtenir à l'aide de chasses devenait donc insuffisante, et on a eu finalement recours aux dragages pour enlever directement et transporter en mer les sables qui obstruent l'entrée. Depuis lors, les conditions d'entretien ont bien changé, grâce à l'emploi des dragues à aspiration qui permettent, dans la plupart des cas, de creuser et de maintenir, sans grandes difficultés, à travers les sables de la plage, une passe large et profonde, susceptible d'être fréquentée par les grands bâtiments de commerce.

C'est ainsi que dans le dispositif de M. Demey, le chenal déboucherait directement dans les fonds de $6^m,25$ à $6^m,50$ sous le niveau des basses mers de vive eau, mouillage en rapport avec la dépression du plateau « Het Zand » ; il offrirait une largeur de 150 mètres avec un léger évasement à l'entrée réalisé par une disposition convenable du musoir de la jetée ouest.

Les ensablements à l'entrée, qui sont du reste peu à craindre sur la côte de Heyst, seraient enlevés par dragages, tandis que les chasses auraient spécialement pour but de refouler régulièrement du chenal intérieur, creusé préalablement à la profondeur précitée de $6^m,50$ sous marée basse, les vases qui tendraient à s'y déposer.

Or, sous ce rapport, l'efficacité des chasses n'est pas douteuse; car si sur notre littoral les vases arrivent en abondance, dans les espaces abrités, en libre

communication avec la mer, elles sont aussi facilement expulsées par des courants d'une certaine intensité ; ces matières, en effet, extrêmement ténues, ne font que flotter près du fond, tant qu'elles n'ont pas eu le temps de se tasser et de former une masse compacte.

Les faits observés à Ostende en sont la meilleure preuve; quoique les chasses des bassins d'amont n'aient qu'une puissance relativement restreinte et qu'elles ne fonctionnent que cinq ou six fois en moyenne à chaque vive eau, la partie du chenal soumise au régime vaseux s'y maintient fort bien à la cote de 4 mètres sous marée basse, profondeur à laquelle le chenal a été dragué depuis ces dernières années.

Quant aux jetées à claire-voie qui limiteraient le chenal extérieur, elles seraient construites d'après le type de la nouvelle jetée ouest du port d'Ostende.

Ces ouvrages se composeraient d'une digue basse en maçonnerie, terminée du côté du chenal par un talus faiblement incliné sur lequel serait établie une jetée haute ou estacade en charpente.

La crête des digues basses se trouverait partout à un mètre, au moins, au dessus du plan de la plage jusqu'à la laisse des basses mers, pour rester de niveau à partir de ce point jusqu'aux musoirs. Dans ces conditions, elles abriteraient suffisamment le chenal contre l'envahissement des sables, d'autant plus que la plage est fort amaigrie, et elles guideraient en outre les courants de remplissage et de vidange du port, de même que les courants de chasse. D'autre part, les jetées hautes à claire-voie laisseraient subsister une certaine agitation dans le chenal, et elles laisseraient passer partiellement les courants de marée ; grâce à cette agitation et à ces courants, les matières fines en suspension ne se précipiteraient dans le chenal extérieur qu'en petite quantité.

Le régime vaseux ne se manifesterait réellement que dans le chenal intérieur et dans l'avant-port, à l'entretien desquels servirait efficacement le système de chasse installé à l'amont. Celui-ci comprendrait un réservoir de 75 hectares avec une écluse, dont le radier serait placé à 4 mètres sous le niveau des basses mers et qui lancerait dans le chenal environ 1,750,000 mètres cubes d'eau en trois quarts d'heure; ces chasses ne fonctionneraient que cinq ou six fois en moyenne à chaque vive eau. Pour empêcher les eaux de chasse d'affluer dans l'avant-port et pour curer celui-ci, des aqueducs spéciaux de chasse seraient établis de part et d'autre de l'écluse de navigation. Les acqueducs installés du côté du réservoir seraient alimentés par ce réservoir lui-même; les autres correspondraient à un bassin supplémentaire, d'une dizaine d'hectares de superficie, placé au S.-O. de l'avant-port.

Reste à envisager le projet au point de vue nautique.

Le chenal serait dirigé au N.-O. afin que les navires arrivant par les gros temps de l'ouest, qui sont les plus fréquents, puissent attaquer le port « vent sous vergues » en coupant obliquement le courant de flot. Les navires sont moins exposés dans ces conditions à être lancés en travers du chenal au moment où, l'avant étant déjà engagé dans les jetées, l'arrière subit encore toute la force du vent et du courant.

La longueur du chenal serait de 1,350 mètres, dont 650 mètres pour la partie placée à l'extérieur des dunes et limitée par les jetées à claire-voie; l'avant-port, placé à l'ouest, aurait 250 mètres de largeur moyenne et 700 mètres de longueur, de sorte que la distance comprise entre les musoirs des jetées et le fond de l'avant-port serait de plus de 2,000 mètres.

A l'entrée même d'un port, nous avons déjà eu l'oc-

casion de le dire, il est préférable, en général, sur une côte ouverte, d'avoir des musoirs à claire-voie pour atténuer l'effet des ressacs et des lames de réflexion ; mais lorsque le port communique avec la mer par un chenal, les jetées à claire-voie sont plus avantageuses dans toute l'étendue de la plage.

Les jetées hautes, en effet, ne servent pas seulement de guides aux navires, et dans certains cas, au halage et à l'amarrage, mais elles brisent les lames qui suivent d'ordinaire une direction inclinée sur l'axe du chenal ; lorsque les fermes sont convenablement espacées et assemblées, elles empêchent ces vagues de causer des embarras à la navigation à l'intérieur du chenal, tandis que les lames y pénètrent par l'entrée, s'épanouissent et se brisent dans une certaine mesure, en déferlant à travers les estacades sur les talus peu inclinés des jetées basses.

Avec des jetées pleines, au contraire, la houle est, pour ainsi dire emprisonnée à partir de l'entrée et se propage avec plus d'intensité vers l'intérieur en causant des ressacs le long des parements de ces ouvrages. Ajoutons que lorsque des navires, soit par suite de fausses manœuvres ou de toute autre cause, sont lancés contre l'une ou l'autre jetée, ils sont bien moins exposés à se faire des avaries avec des jetées à claire-voie qu'avec des môles pleins ; sous ce rapport, comme sous celui de la facilité de leur entretien, les estacades en bois sont préférables aux charpentes métalliques.

Les navires, d'autre part, en parcourant un chenal limité par des jetées à claire-voie bien disposées, n'éprouvent aucun embarras sérieux, ni par les courants qui le traversent partiellement, ni par le mouvement des lames ; l'expérience l'a prouvé, même pour les ports qui sont situés, comme celui de Calais, sur

une côte où les courants de marée ont une très grande vitesse — plus de 2 mètres en vive eau — et où la mer est fort violente en gros temps. On ne peut pas non plus perdre de vue ce point important, que dans aucun cas, le chenal ne doit servir de mouillage aux bâtiments, mais qu'il est exclusivement destiné à conduire ces derniers vers l'avant-port.

Il est évidemment nécessaire que l'avant-port offre une surface assez grande pour permettre aux navires d'éviter, et une eau assez calme pour qu'ils y soient en sécurité, à l'abri de la houle.

Comme on l'a fait ressortir au sein du comité, il est relativement facile de réaliser ces conditions quand il s'agit d'un port tout entier à créer, comme celui de Heyst. C'est dans ce but que dans le projet présenté, l'avant-port est placé à l'intérieur des dunes, en dehors et à l'ouest de l'axe du chenal et à 1,400 mètres environ de l'entrée; de plus, le chenal intérieur et l'avant-port lui-même seraient bordés de talus de très faible inclinaison, précédés, là où de besoin, d'estacades ou de triangles de garde. L'avant-port donnerait directement accès aux écluses d'entrée du canal maritime.

Si, contre toute attente, la houle, par de grosses mers, était encore trop prononcée près des écluses et occasionnait des embarras pour la manœuvre des portes, il suffirait d'ouvrir des criques d'épanouissement ou brise-lames, le long du chenal extérieur; ces ouvrages, lorsqu'ils présentent une ouverture en rapport avec la largeur du chenal et un plan d'inclinaison bien disposés sont très efficaces pour dominer la propagation de la houle, et donnent, sous ce rapport, des résultats remarquables.

On observera que parmi les considérations qui ont guidé M. Demey dans le choix du dispositif proposé, la principale consiste dans la grande difficulté qu'il y

a, sur la côte des Flandres, à combattre les envasements intérieurs. Le régime vaseux de cette côte ne permet pas l'usage de vastes enceintes ni de môles pleins, système qui, sur une côte rocheuse ou peu exposée aux apports de vase, est incontestablement plus simple et meilleur.

Le comité a discuté avec soin la valeur respective des deux projets en présence pour Heyst, celui de M. de Maere et celui de M. l'ingénieur Demey ; son opinion à ce sujet peut se résumer dans les termes suivants :

Si à Ymuiden, il n'a pas été possible de creuser à la profondeur du chenal central les segments de l'enceinte qui le bordent de chaque côté, à plus forte raison n'y parviendrait-on pas à Heyst, où les conditions sont bien plus défavorables au point de vue de l'envasement intérieur. Une grande enceinte établie en ce point de notre littoral pour servir d'avant-port n'offrirait par conséquent d'autre utilité particulière que de provoquer l'épanouissement des lames. De plus, les dragages à effectuer pour y maintenir le chenal central seraient excessivement coûteux, eu égard surtout à cette circonstance que les déblais devraient être transportés dans le Westpit, au delà de la passe du Wielingen, soit à une distance de plus de 16 kilomètres en mer. Il n'est pas admissible, en effet, de laisser déverser ces déblais dans la fosse de Heyst, où ils provoqueraient des exhaussements nuisibles à l'accès du port lui-même, et moins encore dans la passe du Wielingen, qui constitue la principale voie d'accès de l'Escaut.

Dans le port établi d'après le projet de M. Demey, les dépôts vaseux auraient tout d'abord beaucoup moins d'importance ; ensuite, ce projet prévoit l'installation d'un puissant système de chasse, destiné à expulser régulièrement les vases apportées par la mer, alors

qu'elles n'auraient pas encore pu se tasser et qu'elles se tiendraient à l'état de boue flottante. Entraînés de cette manière et délayés dans le volume d'eau considérable correspondant à la capacité des réservoirs, les apports vaseux, à la sortie du port, n'auraient plus d'autre effet que de produire une traînée liquide plus chargée que les eaux constamment en circulation devant la côte et qui, sous l'action des courants de marée, s'effacerait rapidement dans la masse de ces eaux.

Enfin, en adoptant le dispositif préconisé par M. Demey, on aurait encore cet avantage considérable de ne pas devoir encombrer le port d'un matériel important de dragage.

Un membre a développé cette thèse qu'un avant-port formé d'une enceinte avec passe navigable centrale serait admissible, à condition de donner à l'enceinte des dimensions assez vastes et de la disposer de façon à utiliser efficacement les courants de remplissage et de vidange des segments latéraux pour l'entretien de la passe centrale. Dans cet ordre d'idées, on devrait peut-être, d'après lui, limiter celle-ci par des jetées basses et adjoindre aux segments latéraux des espaces plus ou moins étendus disposés en amont. Les autres membres du comité ne partagent pas cette manière de voir.

Ensuite de l'examen qui précède, M. le Président a mis aux voix la question que voici :

Dans l'hypothèse où un port devrait être construit à la côte de Heyst, auquel des deux projets soumis au comité spécial faudrait-il donner la préférence, au projet de M. de Maere ou à celui de M. Demey ?

Ont voté pour le projet de M. Demey :

MM. Berger, Bovie, de Raeve, Lahaye, Michel, Piens, Troost et M. le Président.

Se sont abstenus :

MM. DE MATTHYS et DEMEY.

M. de Matthys s'est abstenu parce que dans l'un et l'autre projet, il craint que le dévasement du chenal d'accès aux établissements maritimes ne présente des difficultés insurmontables et que les produits dragués déversés en mer, ou chassés, n'exercent une influence défavorable sur l'embouchure de l'Escaut.

M. Demey s'est abstenu parce qu'il est l'auteur de l'un des projets en présence.

Solution par Ostende.

Le comité a abordé ensuite l'examen des deux projets présentés pour l'amélioration de la voie maritime de Bruges à la mer par Ostende.

A l'unanimité de ses membres, il a écarté le premier de ces projets consistant à élargir et à approfondir le canal actuel.

La principale considération qui a motivé le rejet de ce projet, c'est la difficulté qu'il y aurait d'alimenter un canal à grande section de Bruges à Ostende au moyen d'eau douce. Il serait, en effet, impossible d'emprunter les eaux nécessaires au bassin de Gand, dont le niveau descend quelquefois en été de 50 ou 60 centimètres sous l'étiage. On devrait les prendre au Bas-Escaut ou au Moervaart, qui est en communication avec le Bas-Escaut par la Durme, et les élever à l'aide de pompes à vapeur. Une alimentation artificielle de ce genre pourrait donner lieu à des inconvénients sérieux, et il est à la fois plus simple et meilleur d'avoir entre Bruges et Ostende, un canal à grande section alimenté à l'eau de mer, ainsi qu'il est prévu au second projet.

Dans ce projet, comme il a été dit plus haut, le

canal existant serait élargi depuis Ostende jusqu'à Plasschendaele ; à partir de ce point jusqu'à Bruges, un canal nouveau serait creusé au nord et le long de celui qui existe, et à Plasschendaele une écluse à sas mettrait la nouvelle voie navigable en communication avec le tronçon conservé de l'ancien canal, lequel ne servirait plus qu'à la petite navigation et à l'écoulement des eaux surabondantes.

Le nouveau canal maritime, creusé d'après le tracé qui vient d'être indiqué, aurait une longueur totale de 21 kilomètres, et offrirait, en section transversale, les mêmes dimensions que celles adoptées pour le canal de Bruges à Heyst. La cote de flottaison y correspondrait également au niveau moyen des hautes mers de morte eau.

Les ouvrages d'art du canal maritime proprement dit comprendraient, en dehors des écluses projetées à Ostende et des installations à établir à Bruges par l'administration communale en cette ville :

1° L'écluse de navigation citée ci-dessus, à construire à Plasschendaele ;

2° Deux siphons à établir sous le canal maritime au même endroit, dont l'un, pour le passage des eaux du Noordgeleed, et l'autre, pour celui des eaux amenées par le canal actuel de Bruges à Ostende ;

3° Trois ponts tournants à établir respectivement à Plasschendaele, Stalhille et Scheepsdaele ;

4° Une écluse de navigation à construire à Bruges, destinée à mettre le canal maritime en communication avec le canal actuel de Bruges à Ostende.

Pour ce qui est du port d'Ostende proprement dit, les travaux en cours d'exécution seraient complétés de façon qu'il puisse satisfaire aux besoins d'une navigafort importante (pl. VIII).

Le chenal qui vient d'être élargi offre actuellement

150 mètres de largeur à l'entrée et 100 à 120 mètres de largeur dans la partie restante. L'avant-port a également gagné en surface depuis l'enlèvement du banc de carénage qui s'y trouvait installé. Cet ouvrage a été remplacé par un autre mieux aménagé et établi dans une partie endiguée du bassin de retenue de l'écluse de chasse Léopold.

Afin de faciliter autant que possible le mouvement et la manœuvre des navires dans l'avant-port, il serait construit en amont des postes d'accostage installés récemment pour le service des paquebots-poste, une jetée à claire-voie indispensable d'ailleurs pour guider les navires à l'entrée et à la sortie de la grande écluse qui mettrait le port en communication avec le canal maritime. Le côté ouest de la jetée serait très utilement affecté au service des paquebots-poste.

Cette écluse offrirait les mêmes dimensions que celle proposée pour le canal maritime de Bruges à Heyst; elle donnerait directement accès à un bassin d'évolution communiquant, d'un côté avec le bassin-canal, conduisant vers le canal maritime de Bruges à Ostende, et de l'autre, avec les bassins à flot à construire par la ville d'Ostende.

A l'extrémité du bassin-canal précité, il serait établi une écluse de retenue, permettant d'effectuer, en vive eau, des chasses dans l'avant-port au moyen de la tranche d'eau supplémentaire des bassins à flot; elle serait destinée aussi à isoler ces bassins du canal maritime, dans le cas où il faudrait opérer une baisse sur le canal, soit pour y exécuter des travaux d'entretien ou d'amélioration, soit pour tout autre motif.

Le comité estime que l'écluse dont il s'agit devrait être à deux têtes, afin d'éviter tout arrêt pour les navires à l'époque des chasses.

Les nouveaux bassins à flot devant occuper l'empla-

cement actuel du réservoir de l'écluse de chasse française, cette écluse serait supprimée.

Quant à la profondeur du port, on sait que la passe extérieure offre aujourd'hui 6 mètres d'eau sous le niveau des basses mers et qu'elle est raccordée avec la plage et l'estran sous-marin suivant des talus d'équilibre relativement stables.

Cette passe profonde a été obtenue ces dernières années par un dragage d'environ un million de mètres cubes ; les apports de sable y sont très faibles — 80,000 mètres environ par an en moyenne — grâce à la largeur restreinte de la plage, qui est réduite encore par la digue en saillie existant à l'ouest du port et où les mouvements de sable sont peu importants.

Le chenal intérieur n'est creusé qu'à 4 mètres sous marée basse ; il faudrait donc l'approfondir de 2 mètres pour le mettre en rapport avec la profondeur de la passe extérieure.

Afin de pouvoir combattre efficacement les apports de vase dans le chenal intérieur, malgré la suppression de l'écluse française, on agrandirait de 20 hectares le réservoir de chasse de l'écluse militaire. Ce dernier ouvrage, dont le radier est placé à $1^{m},50$ sous le niveau des basses mers de vive eau et offre près de 22 mètres d'ouverture est très puissant et peut suffire à un bassin plus étendu encore.

Il est certain qu'après l'exécution des travaux indiqués ci-dessus, le port d'Ostende constituerait une très bonne voie d'accès vers Bruges, qu'il serait facile de maintenir et même d'approfondir encore, si ce n'était la situation défavorable des fonds sous-marins existant devant cette partie de la côte. C'est sur ce point que portent, pour Ostende, les préoccupations techniques. Aussi, le comité a-t-il examiné avec un soin particulier les moyens qui ont été proposés pour y remédier.

La configuration de l'atterrage d'Ostende est surtout caractérisée par le vaste plateau du Stroombank, qui s'étend depuis Middelkerke jusqu'au droit du village de Breedene et sépare la grande rade de la petite rade d'Ostende.

Les grands navires de commerce ne peuvent franchir ce plateau qu'à marée haute; ils attendent, dans la grande rade, le moment favorable pour traverser le plateau à son extrémité ouest, où il existe des dépressions offrant de $4^{m},00$ à $4^{m},50$ d'eau sous mer basse, et se dirigent ensuite, à la faveur du flot, vers le port. Mais la grande rade n'est pas abritée et, de même que la petite rade, elle ne présente pas un fond d'ancrage d'assez bonne tenue pour que les navires puissent y mouiller en cas de gros temps.

On ne peut évidemment songer à créer, pour la grande rade, les abris qui lui manquent; les endiguements à exécuter à cet effet seraient non seulement d'un coût énorme, mais ils ne manqueraient pas de provoquer une perturbation dans le régime des courants de cette partie du littoral, ce qui pourrait avoir des conséquences extrêmement fâcheuses pour les passes d'accès des atterrages voisins, y compris celles de l'entrée de l'Escaut.

Quant à améliorer la petite rade en endiguant le Stroombank, projet qui a déjà été mis en avant, il n'est pas non plus à conseiller comme nous le verrons plus loin.

Citons au sujet du régime de l'atterrage d'Ostende les principaux passages du rapport que M. l'ingénieur Demey a rédigé sur cette question et qui a été soumis au comité.

En comparant entre elles les diverses reconnaissances hydrographiques comprenant l'atterrage d'Ostende, à commencer par celle faite en 1801 par Beau-

temps-Beaupré, on remarque tout d'abord que les grands fonds et les chenaux situés au nord de la rade extérieure, sont restés à peu près dans le même état depuis cette époque et que la grande rade a plutôt gagné en profondeur (pl. IX).

A l'ouest d'Ostende, la situation générale du Stroombank n'a pas beaucoup varié de 1801 à 1866, date de la carte de M. le lieutenant de vaisseau Stessels; l'inclinaison relativement faible du talus extérieur du banc est devenue plus prononcée, pendant que le talus sud est resté également raide. La carte levée, en 1882, par M. le lieutenant de vaisseau Petit, indique surtout un abaissement général de la crête du plateau; les chiffres de sonde, rapportés au niveau des basses mers de vive eau, n'y sont, en effet, nulle part inférieurs à $2^{m},50$ et renseignent plutôt près de 3 mètres aux points les plus élevés, tandis que la carte de 1866 mentionne des parties culminantes où la profondeur n'est que de 1 mètre à $1^{m},70$ sous ce même niveau.

Mais c'est à l'est d'Ostende que l'on constate des modifications très importantes. En 1801, le Stroombank, dans la partie limitée aux courbes de niveau de 4 mètres, ne s'étendait qu'à 1,500 mètres au delà du chenal du port; il se maintenait à l'est à une distance minimum de 1,200 mètres des fonds de 4 mètres attenant à la côte, laissant ainsi, de ce côté, une large passe d'accès vers la petite rade d'Ostende.

Dans toute l'étendue de celle-ci, on sondait, en moyenne, 8 à 9 mètres sous le niveau des basses mers de vive eau.

La situation se trouve bien changée en 1866. La largeur du Stroombank a diminué et le plateau s'est allongé de plus de 4,000 mètres vers l'est, suivant la direction légèrement inclinée qu'il présente par rapport à la côte. Il en résulte que la passe de l'est qui sépare son

extrémité des fonds de 4 mètres longeant le rivage, n'a plus que 550 mètres de largeur avec $5^{m},30$ de profondeur sous le niveau des basses mers de vive eau.

D'autre part, toute la partie de la petite rade, située à l'est du méridien de Mariakerke, a subi un exhaussement très accentué. On y sondait, en 1801, 7 mètres à $8^{m},20$ sous le niveau de basse mer de vive eau, tandis qu'en 1867, on n'y trouve plus que $5^{m},20$ à $6^{m},20$ et 7 mètres du côté de Mariakerke, soit $1^{m},50$ environ en moins.

De 1867 à 1882, le Stroombank a subi un nouvel allongement vers l'est d'environ 1,400 mètres ; la largeur de la passe de l'est se trouve réduite à 360 mètres avec un brassiage de $4^{m},50$ à $4^{m},70$ sous marée basse.

Le fond de vase et de sable vasard de la petite rade, du côté de Breedene, n'offrent plus, en 1882, que $4^{m},10$ à $4^{m},70$ d'eau au lieu de $4^{m},70$ à $6^{m},60$, qu'on y sondait en 1867. Près du chenal du port, la profondeur est réduite de 7 mètres environ à $5^{m},90$; devant Ostende, on sonde $5^{m},70$ à $6^{m},40$ aux endroits où il y avait, en 1867, $6^{m},50$ à 7 mètres.

A partir de Mariakerke, et dans la partie restante de la rade, la profondeur n'a pas diminué sensiblement.

M. Demey, dans son rapport, rappelle ensuite les causes qui ont provoqué les modifications constatées pour le Stroombank et la petite rade d'Ostende.

Les transports d'alluvions des fonds sous-marins sont particulièrement dus à l'action des courants de marée, combinée avec celle des vagues. Lorsque ces fonds sont situés à une certaine profondeur sous le niveau des basses mers, de façon que l'influence exercée par le vent sur les eaux en mouvement ne puisse plus guère s'y faire sentir, les modifications que l'on constate sont généralement peu prononcées et ne se produisent qu'avec lenteur.

Les sables ont, en effet, trop de densité pour se mêler à la masse d'eau, comme c'est le cas pour les vases; ils sont plutôt roulés par les courants sur le lit de la mer et, contrairement à ce que l'on pourrait être tenté de croire, les gros sables ne sont point déplacés sous la seule action des courants de l'eau d'une manière continue et à de grandes distances, pour marcher dans une certaine mesure avec la masse liquide en mouvement. Ils sont, au contraire, déplacés par petits mouvements successifs, jusqu'à ce qu'ils aient acquis, à la longue, par les frottements continuels, un degré de ténuité suffisant pour être tenus en suspension dans les eaux, où ils se confondent avec les vases argileuses.

D'autre part, comme on sait, les courants de marée de la côte des Flandres sont directement alternatifs au large, et giratoires dans les zones littorales, mais dirigés encore, au moment de leur plus grande vitesse en sens opposé, de sorte que les déplacements de sable qu'ils produisent ne sont dus qu'à la prédominance de l'un des courants sur le courant opposé.

Dans la zone du large, la vitesse maximum du courant du flot, en temps calme ou sous l'influence des brises légères, est généralement supérieure à celle du courant de jusant, tandis que la durée du flot est en chaque point moindre que celle du jusant. La prédominance de l'action du flot résulte de l'intervention des vents, ceux d'aval ou de l'ouest étant les vents régnants ; elle s'accentue encore à cause de ces circonstances que pendant le flot qui a lieu entre la mi-montée et la mi-baissée, en passant par le plein, le volume d'eau mis en mouvement est beaucoup plus grand que pendant le jusant, et aussi parce qu'une même masse d'eau, à mesure qu'elle avance vers le nord sous l'influence du flot, arrive dans les régions où la durée de

ce courant se prolonge, tandis que les eaux entraînées par le jusant rencontrent successivement des régions où ce dernier courant cesse plus tôt.

Mais, il est à remarquer que dans la zone du large, le vent ne peut plus exercer une influence bien marquée sur la vitesse des courants qui circulent sur le fond, à une profondeur plus ou moins grande sous la surface de l'eau, et les déplacements de gros sables, qui ne s'opèrent en définitive qu'en vertu de la prépondérance du flot sur le jusant, doivent, par conséquent, y être très peu prononcés.

Dans les zones littorales, l'action des vents sur les courants de flot et de jusant, dirigés respectivement du côté de l'est et de l'ouest pendant la partie de leur durée correspondant à une plus grande intensité, est plus accentuée près du fond que dans la zone du large, parce que la profondeur d'eau y est moindre, et comme les courants y sont giratoires, c'est-à-dire qu'ils changent peu à peu de direction pour parcourir successivement toutes les aires du compas en tournant de gauche à droite ou de droite à gauche, suivant que l'on considère la côte anglaise ou celle du continent, ils donnent en outre lieu à des échanges continuels et alternatifs de matières entre les dépôts du large et ceux du rivage. Toutefois, ces échanges alternatifs opérés par les courants pendant les périodes où leur vitesse est relativement faible, n'ont lieu que pour des matières ténues telles que les vases et les sables extrêmement fins.

Lorsqu'on se trouve en présence de plateaux très élevés, les vagues qui agissent concurremment avec les courants de marée pour provoquer le déplacement des sables exercent une grande influence. Les vagues qui se propagent par des vents modérés entraînent peu à peu les sables soulevés sur le talus incliné des

bancs, en donnant lieu aussi à un certain déplacement de ces matériaux suivant la direction des courants.

Pendant les tempêtes, les lames viennent se briser avec impétuosité dans toute l'étendue des plateaux de peu de profondeur en remuant le sable pour le projeter en partie dans le sens de leur mouvement ou le mettre momentanément en suspension à la faveur des remous et des courants.

Le Stroombank se trouve précisément dans ce cas, et il présente, en outre, par sa situation et son gisement, un régime particulier fort différent de celui qu'on observe pour les autres bancs de la côte des Flandres. Compris entre deux fosses constituant respectivement la grande et la petite rade d'Ostende, le Stroombank est limité du côté de la petite rade par un talus fort raide.

Du côté opposé, le talus a une inclinaison assez faible, et comme le banc présente dans son ensemble une direction légèrement oblique par rapport à la côte et peu différente de celle des courants de marée au moment de leur plus grande force, ceux-ci, le courant de flot surtout, s'appuient contre ce talus, en même temps que les lames du large y agissent avec force ; il se produit ainsi, le long du banc, des brisants et des mouvements tourbillonnaires, qui mettent les sables en suspension et permettent aux courants d'entraîner plus ou moins ces matériaux surtout au sommet du banc, lequel ne se trouve en certains endroits qu'à 2^m,50 sous le niveau de mer basse et était plus élevé encore il y a quelques années. La mise en suspension des sables est favorisée aussi par les mouvements orbitaires ou espèces de grands remous qui doivent se produire à la rencontre des courants de flot au sortir de la grande et de la petite rade, soit précisément à l'extrémité du banc.

C'est dans ces conditions que le talus nord du Stroombank a pris plus d'inclinaison, tandis que le talus opposé, où les lames ont peu d'action, n'a guère varié, de sorte que la largeur du banc a diminué ; les sables enlevés ont été transportés vers l'est à cause de l'action prédominante du flot soutenue par les vents régnants de l'ouest, et ont formé la partie allongée du plateau, qui est allée peu à peu rejoindre la côte au delà du Spaniardduin.

Les déplacements de sables du Stroombank se sont donc produits d'une façon très active, comparés à ceux observés pour la généralité des bancs ; mais il ne faut pas cependant s'en exagérer l'importance et ne pas perdre de vue que l'allongement de ce plateau est le résultat des effets accumulés pendant plus de trois quarts de siècle. Si l'on évalue approximativement la masse des sables qui correspond à la partie allongée du banc, laquelle représente environ le volume total des matières déplacées depuis 1801, année de la carte de Beautemps-Beaupré, on trouve un chiffre de 11,700,000 mètres cubes, soit un cube moyen annuel d'environ 145,000 mètres cubes.

C'est là un point important à noter.

Les modifications du Stroombank ont donc eu pour conséquence de fermer la passe d'accès qui existait autrefois à l'est d'Ostende ; cette situation est déjà fâcheuse, quoique les navires arrivent généralement par la passe de l'ouest, mais la soudure du Stroombank à la côte a produit une conséquence bien plus grave que ce fait en lui-même : c'est l'envasement de la petite rade, lequel s'est prononcé davantage encore à cause de l'approfondissement survenu en même temps dans la passe nord-est de la rade de Nieuport. A mesure que ces changements ont eu lieu, les eaux qui se propagent pendant le flot à travers cette dernière rade,

ayant trouvé d'un côté un débouché plus large vers le nord-est, et de l'autre, une section de plus en plus rétrécie à l'extrémité de la petite rade d'Ostende, traversent nécessairement celle-ci en quantité moins considérable ; et en pénétrant dans l'espèce d'impasse maritime formée à l'est par le Stroombank avec la côte, elles doivent y éprouver un certain calme relatif et déposer une partie des matières qu'elles tiennent en suspension.

D'autre part, la force érosive des courants sur le fond au moment de leur plus grande vitesse, celle des courants de jusant surtout, dont l'accès vers la petite rade est considérablement entravé, a diminué en même temps, de sorte que leur action n'est plus assez intense pour équilibrer l'effet de ces dépôts.

Ajoutons que par de fortes brises, les conditions suivant lesquelles se propagent les courants de marée se modifient notablement. Ainsi, les vents d'ouest ou d'aval augmentent la durée et la vitesse du courant de flot et ce d'autant plus qu'ils sont plus accentués ; les vents d'est produisent un effet analogue sur la durée et la vitesse du courant de jusant. Ensuite, par des vents violents — et c'est alors que les courants agissent le plus énergiquement pour la mise en suspension et l'entraînement des matières fines déposées sur le fond, — les vagues soulevées à la surface de la mer subissent des transports de masse auxquels des hydrauliciens maritimes de renom ont attaché une grande importance. Or, il va de soi que l'influence exercée par les vents sur l'intensité des courants, de même que les transports de liquide dont il vient d'être parlé, doivent être notablement diminués, de même que leurs effets sur le fond, dans la partie est de la petite rade, où le prolongement du Stroombank a créé peu à peu une espèce de barrage, réduisant con-

sidérablement la section transversale de ce sillon maritime. Aussi, à mesure que le prolongement de ce plateau s'est produit, l'action de curage exercée sur le fond dans l'est de la petite rade par les courants et les vagues a diminué, et les vases s'y sont déposées en réduisant peu à peu la profondeur de l'eau.

Pour arrêter ces effets, dit le rapport de M. Demey en concluant, il faut en faire disparaître la cause, c'est-à-dire enlever la partie du Stroombank qui se soude à la côte et rétablir ainsi, à l'extrémité est de la petite rade, une large passe, de façon à se rapprocher de la situation qui existait à cet endroit au commencement du siècle, alors que les courants de marée pouvaient s'y propager librement et y entretenaient des profondeurs de plus de 8 mètres sous le niveau des basses mers de vive eau.

Le creusement de cette passe exigerait un cube de dragage évalué à 8 1/2 millions de mètres.

Pour améliorer ensuite l'accès du port d'Ostende à l'ouest, il suffirait de créer de ce côté une seconde passe à travers le Stroombank, d'une profondeur en rapport avec celle de la petite rade devant l'entrée du chenal, soit 6 mètres environ sous marée basse.

L'emplacement de la passe de l'ouest, dont le creusement jusqu'à la profondeur de 4^m,50 exigée par le service des malles-poste, va être entamé, a été fixé entre Middelkerke et Mariakerke, à 3,000 mètres environ à l'ouest du clocher de ce dernier village.

Le comité adhère pleinement au projet de creusement des passes dont il s'agit, en signalant l'urgence qu'il y a de procéder au creusement de la passe de l'est. Ces travaux lui inspirent confiance et ne semblent pas, à son avis, devoir donner lieu à une dépense trop élevée, eu égard à leur utilité.

Il est à remarquer tout d'abord que des dragages

dans des terrains de sable, comme ceux projetés au Stroombank, peuvent s'exécuter aujourd'hui à des prix très avantageux. Pour le prouver, il suffit de citer le résultat de l'adjudication des travaux en exécution au port de Nieuport; quoique le volume des déblais, évalué au prix des soumissions, ne pût dépasser comme coût la somme de 100,000 francs, ils ont été adjugés à raison de 48 centimes le mètre, y compris le transport en mer à une distance qui ne diffère pas sensiblement de celle qui doit être observée à Ostende. Ce prix d'unité serait notablement moindre pour un cube de dragage aussi considérable que celui prévu pour les travaux du Stroombank.

Quant aux conditions dans lesquelles les passes se maintiendront, le comité estime qu'elles seront favorables. A l'appui de cette opinion, il invoque en premier lieu le résultat des dragages exécutés à l'entrée du port d'Ostende. Au début, on n'avait en vue que d'y créer et d'y entretenir une profondeur très limitée, et bien des doutes ont été émis sur la possibilité d'atteindre ce but sans des dragages permanents considérables; cependant, l'expérience a prouvé que l'administration des ponts et chaussées était entrée dans la bonne voie; elle y a persévéré, et il est démontré aujourd'hui que l'on peut maintenir facilement à l'entrée du port d'Ostende une passe extérieure dont la profondeur n'est limitée que par celle de la petite rade elle-même.

Or, les conditions y sont moins avantageuses que celles que l'on rencontrera au Stroombank. Le sable est loin d'y être pur; il est mélangé de vase et d'argile, et ces matières y sont même fort abondantes; ensuite, il s'agit là de maintenir une dépression à travers les sables de l'estran, lequel s'alimente à chaque tempête par les apports entraînés de la partie supérieure de la

plage. La passe de l'ouest du Stroombank, au contraire, sera creusée entièrement dans le sable, à travers une partie du plateau où la profondeur la plus faible est déjà de 3 mètres et qui est entourée de chaque côté de fonds beaucoup plus bas ; le rendement des dragues y sera donc plus grand, et d'autre part, les apports de sable y seront moindres que ceux qui ont lieu dans la passe creusée à l'entrée du port. Ces apports y seront d'autant moins à redouter que la partie ouest du Stroombank tend à s'approfondir naturellement.

La passe de l'est, qui devra être draguée également à 6 mètres de profondeur environ sous marée basse, sera sans doute plus exposée. Mais après avoir discuté attentivement les conditions dans lesquelles s'opèrent les transports de sable le long de la terrasse sous-marine qui précède notre littoral, le comité est d'avis que l'entretien de cette passe pourra se faire également dans des conditions pratiques. Le fait cité dans le rapport de M. Demey, savoir que le mouvement des sables ayant provoqué l'allongement du Stroombank, tel qu'il a eu lieu depuis 1801, ne correspond qu'à un déplacement d'environ 145,000 mètres par an, constitue sous ce rapport une donnée sérieuse, d'autant plus que le plateau offre actuellement moins de largeur et que le talus nord est devenu plus raide que pendant la période où l'allongement s'est produit.

Le Comité, cependant, ne mentionne pas ce chiffre comme une évaluation du cube probable des sables qu'il faudra enlever annuellement pour entretenir la passe de l'est, mais seulement pour prouver qu'on peut prévoir avec raison que ce cube n'aura rien d'excessif. Lorsqu'il s'agit de questions aussi complexes, l'ingénieur doit surtout se guider par l'expérience et par l'examen des effets obtenus dans des conditions

plus ou moins similaires, et il ne peut formuler *a priori* que des appréciations approximatives.

Le comité fait remarquer enfin qu'en creusant la passe de l'est aux dimensions indiquées au plan joint au rapport de M. Demey, on ne réalisera pas la situation telle qu'elle est figurée sur la carte marine de 1801 ; mais il estime qu'on s'en approchera suffisamment et que les courants de flot et de jusant — ces derniers surtout — gagneront assez en importance, non pas pour produire devant Ostende la profondeur primitive de 8 à 9 mètres sous le niveau de marée basse, mais pour y maintenir la profondeur actuelle soit 6 mètres sous ce même niveau. Or, c'est là le résultat qu'il importe d'atteindre avant tout.

Plusieurs membres d'ailleurs sont convaincus que lorsque les courants de flot et de jusant pourront circuler à travers la passe projetée, ils entameront les fonds vaseux de la petite rade et y provoqueront un approfondissement notable. Mais ils estiment que l'effet qui se produira ne peut être traduit en chiffres ; des problèmes d'hydraulique maritime de cette nature sont extrêmement difficiles, d'autant plus qu'ils échappent à tout calcul ou appréciation mathématique, et ils ne comportent pas des solutions absolument certaines et précises.

Un membre du comité est d'avis que l'on pourrait utiliser la force des courants de marée eux-mêmes pour creuser et entretenir les passes à travers le Stroombank. Il propose, à cet effet, d'établir sur ce plateau un système de digues de façon à faire écouler par la passe de l'ouest une plus grande masse des eaux de flot, et par la passe de l'est une plus grande masse des eaux de jusant. Les autres membres du comité déclarent ne pouvoir se rallier à cette opinion. Ils estiment que des digues de ce genre ne répon-

draient pas au but; elles produiraient au contraire des effets fâcheux et provoqueraient des perturbations dans le régime des fonds sous-marins des atterrages avoisinants du littoral.

Un autre membre déclare que le creusement d'une passe au travers du Stroombank et l'entretien de cette passe dans de bonnes conditions lui paraissent irréalisables, il ajoute que l'ouverture, à l'est de la petite rade, constituerait un travail excellent pour l'amélioration de celle-ci; mais à ses yeux, il faudrait, en outre, pour faire à Ostende un bon port, y créer des installations nouvelles, comprenant notamment des bassins profonds avec accès à la mer par des chenaux de surface aussi réduits que possible. Ces installations devraient être protégées contre l'agitation du large au moyen d'une jetée construite sur le Stroombank.

Après une courte discussion, le comité déclare ne pas adhérer à ce projet, parce que la petite rade d'Ostende ne se prête pas à être transformée en un mouillage abrité. Elle n'offre pas la profondeur nécessaire à cet effet et n'a pas un bon fond d'ancrage; de plus, il n'existe pas de passe d'accès profonde du côté ouest, et c'est évidemment par la création de pareille passe qu'il faut commencer pour améliorer l'atterrage du port.

Le comité s'occupe ensuite des estimations relatives aux deux projets restés en présence.

Après en avoir examiné et arrêté les divers postes, le comité constate que la différence existant entre ces estimations est faible et qu'on peut en faire abstraction dans la comparaison qu'il s'agit d'établir entre les deux solutions.

Les estimations sont annexées au présent rapport et s'élèvent à 24,085,000 francs, pour la solution par Heyst, à 23,365,000 francs pour celle par Ostende.

Il est à remarquer cependant que les travaux de creusement des passes du Stroombank évalués à 3,500,000 francs doivent être exécutés dans tous les cas, pour éviter que le port d'Ostende ne s'oblitère et ne soit réduit, dans un avenir plus ou mois rapproché, à l'état de port sans importance.

CONCLUSIONS

Le comité a finalement résumé, dans les termes suivants, les résultats de l'examen comparatif qu'il a fait des deux solutions restées en présence :

L'atterrage de Heyst, où existe sur le plateau « Het Zand » 6^{m},20 de brassiage à basse mer de vive eau, se prête fort bien à la création d'un port qui serait accessible, en tout temps, à mer basse, à des navires d'un tirant d'eau de 5 mètres.

Ce port pourrait être conçu de manière à répondre à toutes les exigences techniques et commerciales.

Les conditions d'accessibilité actuelles du port d'Ostende sont loin d'être aussi favorables que celles de l'atterrage de Heyst : non seulement les grands navires de commerce ne peuvent franchir le Stroombank qu'aux environs de la haute mer, mais la petite rade d'Ostende se trouve dans une situation précaire, par suite de l'exhaussement qui s'y produit à l'est du méridien de Mariakerke-sur-Mer.

Le comité ne voit d'autres moyens d'améliorer les conditions d'accès du port d'Ostende que ceux préconisés par M. Demey. Le creusement de deux passes à travers le Stroombank, l'une à l'est et l'autre à l'ouest d'Ostende, est chose praticable. On peut avoir confiance que la réouverture de la passe à l'extrémité est du Stroombank aura tout au moins pour effet d'arrêter l'envasement de la petite rade, et qu'en outre, la petite

passe d'ouest pourra être creusée à la profondeur de 6 mètres sous basse mer, correspondant aux fonds les plus élevés de la partie ouest de la petite rade d'Ostende.

Mais ce n'est qu'après une expérience d'une certaine durée qu'on pourra savoir si ces travaux suffiront pour créer à Ostende un atterrage équivalent à celui qui existe à Heyst, et si l'on pourra maintenir cet atterrage en état convenable sans trop grandes dépenses.

Dans cette incertitude et si le gouvernement est disposé à donner satisfaction immédiate à la ville de Bruges sans s'arrêter à cette considération que l'on créerait ainsi à la côte un port de plus à entretenir, la préférence doit être accordée au projet de voie maritime vers Heyst.

Le comité signale que, quelle que soit la solution admise, il y a lieu, en tout cas, d'améliorer la petite rade d'Ostende et il estime que les travaux à effectuer dans ce but doivent être commencés sans aucun retard.

Cette conclusion a été adoptée à l'unanimité moins une voix.

Le Rapporteur,
P. DEMBY.

Le Président,
T. LAMAL.

Annexe I.

Solution par Heyst. — Projet de M. Demey.

Évaluation du coût des travaux.

Terrains a emprendre.		
Assiette de l'avant-port, du chenal et des bassins de chasse : 112 hectares à 5,000 francs . .	560,000	
Canal maritime : 180 hectares à 10,000 francs .	1,800,000	
Total. . .	2,360,000	2,360,000
Terrassements et dragages.		
Chenal et avant-port : 3,400,000 mètres cubes à fr. 0-60	2,040,000	
Bassins de chasse : 1,300,000 mètres cubes à fr. 0 45.	585,000	
Cunette du canal maritime : 4,300,000 mètres cubes à fr. 0-60	2,580,000	
Total. . .	5,205,000	5,205,000
Consolidation des talus	»	1,900,000
Ouvrages d'art.		
Avant-port et chenal. — Jetées à claire-voie en charpente avec jetées basses en maçonneries.	3,500,000	
Perrés avec estacades et débarcadères : 1,200 mètres à 1,000 francs	1,200,000	
Perrés et triangles de garde : 600 mètres à 500 francs	300,000	
Perrés simples : 900 mètres à 380 francs. . .	342,000	
Ecluses de chasse et dépendances	1,350,000	
Ecluse maritime de 24 mètres d'ouverture . .	3,000,000	
Ecluse de navigation mettant en communication le canal maritime et le canal de Bruges à Ostende à son origine à Bruges	500,000	
Deux ponts tournants carrossables	300,000	
Deux siphons pour l'écoulement des eaux des wateringues	350,000	
Total. . .	10,842,000	10,842,000
A reporter . .	»	20,307,000

Report. . .	»	20,307,000
Détournement du chemin de fer de Heyst à Blankenberghe, à Bruges et à Heyst, nécessitant la reconstruction d'un pont tournant sur le canal maritime, de deux ponts fixes sur les canaux de Selzaete et de dérivation de la Lys, et d'un pont tournant à Bruges sur le canal de Bruges à Ostende	»	1,030,000
AMÉLIORATION DE L'ÉCOULEMENT DES EAUX SURABONDANTES DU PAYS.		
Deux dérivations à creuser pour conduire les eaux de la Noord-Eede et celles du sud de Bruges dans l'avant-port d'Ostende. . . .	850,000	»
Dérivation à creuser pour conduire les eaux du Kamerlynckx dans l'avant-port d'Ostende, y compris une partie voûtée sur 280 mètres .	550,000	»
Total. . .	1,400,000	1,400,000
BATIMENTS POUR L'EXPLOITATION DU PORT.		
Pilotage, remorque, éclairage, secours maritimes, douanes.	»	200,000
Ensemble. . .	»	22,937,000
5 p. c. environ pour travaux imprévus . . .	»	1,148,000
Total général. . .	»	24,085,000

N. B. — Dans l'hypothèse de la suppression des deux siphons sous le canal maritime, il y aurait lieu d'augmenter le total de 250,000 francs.

Annexe II.

Solution par Ostende. — 2e HYPOTHÈSE.

Évaluation du coût des travaux.

AMÉLIORATION DE L'ATTERRAGE D'OSTENDE		
Creusement de deux passes, l'une à l'est, l'autre à l'ouest, à travers le *Stroombank*. Cube des dragages : Ensemble 10,500,000 mètres cubes à fr. 0-35 = fr. 3,675,000, dont à déduire le crédit de fr. 250,000 alloué en 1889 . . .	»	3,425,000
AMÉLIORATION DU PORT D'OSTENDE.		
1o Approfondissement du chenal jusqu'à 5m,50 sous mer basse	150,000	
2o Agrandissement du bassin de retenue de l'écluse militaire	248,000	
Total. . .	398,000	398,000
CREUSEMENT D'UN NOUVEAU CANAL MARITIME AU NORD DU CANAL ACTUEL.		
Terrains à emprendre pour le creusement du nouveau canal, depuis son origine à Bruges jusqu'au canal de Blankenberghe : 67 hectares à 10,000 francs	670,000	
Terrains à emprendre entre le canal de Blankenberghe et Plasschendaele : 204 hectares à 5,000 francs . . . , , ...	1,020,000	
Terrains à emprendre sur la rive droite du canal actuel, entre Plasschendaele et Slykens : 20 hectares à 8,000 francs	160,000	
Terrains à emprendre sur la rive gauche du canal actuel, entre Slykens et la nouvelle écluse maritime à Ostende : 18 hect. à 10,000 francs.	180,000	
Total. . .	2,030,000	2,030,000
TERRASSEMENTS ET DRAGAGES.		
Creusement de la cunette du canal maritime et des contre-fossés : 6,900,000 mètres cubes à fr. 0-60.	»	4,140,000
Consolidation des talus	»	3,360,000
A reporter. . .	»	13,353,000

Report. . .	»	13,353,000
Ouvrages d'art.		
Ecluse maritime de 24 mètres d'ouverture à Ostende	3,000,000	
Jetée en charpente à l'entrée de l'écluse . . .	800,000	
Ecluse à sas de 24 mètres d'ouverture à établir à Slykens	1,600,000	
Ecluse de navigation destinée à mettre en communication le canal maritime et le canal de Bruges à Ostende, à son origine à Bruges. .	500,000	
Ecluse semblable à construire à Plasschendaele.	500,000	
Trois ponts tournants à établir à Scheepsdaele, Stalhille et Plasschendaele	450,000	
Deux siphons à construire sous le nouveau canal maritime à Plasschendaele, dont un pour le passage des eaux du Noord-Geleed, et l'autre pour celles amenées par le canal actuel de Bruges à Ostende	350,000	
Dérivation du canal de Lisseweghe	50,000	
Total. . .	7,250,000	7,250,000
Amélioration de l'écoulement des eaux surabondantes du pays.		
Deux dérivations à creuser pour conduire les eaux de la Noord-Eede et celles du sud de Bruges dans l'avant-port d'Ostende. . . .	1,100,000	
Dérivation à creuser pour conduire les eaux du Kamerlynckx dans l'avant-port d'Ostende, y compris une partie voûtée sur 280 mètres. .	550,000	
Total. . .	1,650,000	1,650,000
Ensemble. . .	»	22,253,000
5 p. c. environ pour travaux imprévus . . .	»	1,112,000
Total général. . .	»	23,365,000

II. — Statistique des mines, minières, carrières, usines métallurgiques et appareils a vapeur de Belgique, pour l'année 1889, par M. Em. Harzé, Ingénieur en chef, Directeur des mines au Département de l'agriculture, de l'industrie et des travaux publics (1).

Afin de faciliter les comparaisons qui ressortent de ce travail, il est utile de rappeler comment se partage le service des mines en dehors de l'administration centrale. Ce service comprend deux divisions : la première, composée des provinces de Hainaut, de Brabant, de la Flandre orientale et de la Flandre occidentale; la seconde, des provinces de Liége, de Namur, de Luxembourg, de Limbourg et d'Anvers.

On sait que les seules provinces minières du Royaume sont le Hainaut, Liége, Namur et le Luxembourg.

§ 1. — Charbonnages.

L'extraction houillère a été, en 1889, de 19,869,960 tonnes, d'une valeur globale de 187,718,000 francs. — Cette production annuelle, la plus considérable qui ait été faite en Belgique, et cette valeur se répartissent comme suit :

	Tonnes.	Francs.
Hainaut.	14,447,355	135,701,000
Namur	467,005	3,318,000
Liége	4,955,620	48,699,000
Le royaume	19,869,980	187,718,000

(1) Nous tenons à redire que les éléments de cette publication annuelle sont puisés mais non exclusivement, dans le travail de la statistique générale des mines, usines et machines à vapeur, ainsi que dans les rapports adressés chaque année par les chefs de service de l'administration des mines à MM. les gouverneurs des provinces minières de Hainaut, de Liége et de Namur.

Ces sommes accusent des augmentations de 651,499 tonnes et de 25,700,000 francs par rapport aux résultats de l'année précédente.

Le prix de vente de la tonne a poursuivi sa marche ascendante et s'est établi à fr. 9-45 comme moyenne de toute l'année. Comparé à celui de 1888, il lui est supérieur de fr. 1-02.

Les chiffres ci-après donnent les prix moyens de vente dans les divers centres producteurs :

		Francs.
Hainaut	Couchant de Mons	10 08
	Centre et partie occidentale de Charleroi	9 47
	Charleroi	8 71
Namur.		7 11
Liége		9 83

C'est donc au Couchant de Mons, où le charbon, grâce aux qualités spéciales de certaines variétés, jouit du prix de vente le plus élevé.

Le service de l'exploitation a absorbé, en consommation, 1,793,001 tonnes de charbon, quantité évaluée à 9,459,000 francs. D'où une *extraction nette* de 18,076,979 tonnes livrées au commerce ainsi qu'aux fabriques de coke et d'agglomérés annexées aux charbonnages, au prix moyen de fr. 9-86 les 1,000 kil.

La production a été fournie par 274 sièges, 6 de plus que l'année précédente. Il a été tenu 78 sièges en réserve et 9 sont en construction.

Le tableau suivant classe par usages et provinces les machines à vapeur qui desservent l'industrie houillère :

MACHINES A VAPEUR — USAGES.	HAINAUT.		NAMUR.		LIÉGE.		LE ROYAUME.	
	Nombre.	Chevaux-vapeur.	Nombre.	Chevaux-vapeur.	Nombre.	Chevaux-vapeur.	Nombre.	Chevaux-vapeur.
Extraction .	282	47,696	14	1,675	117	12,653	413	62,024
Exhaure . .	129	18,113	7	1,040	77	12,054	213	31,207
Aérage . . .	285	14,189	8	268	84	1,991	377	16,448
Divers. . . .	780	10,703	24	405	277	3,517	1,081	14,625
Ensemble. .	1,476	90,701	53	3,388	555	30,215	2,084	124,304

Ainsi que le montre la statistique générale des appareils à vapeur, pages 32 et 33, les générateurs établis dans les charbonnages, presque tous de grande surface de chauffe, représentent comme nombre le sixième des chaudières employées dans toutes les industries, abstraction faite du transport par terre et par eau. Quant aux moteurs indiqués ci-dessus, leur puissance dépasse le tiers de la force globale de ceux des dites industries.

Voici quelle a été la moyenne des épaisseurs des couches exploitées dans les divers bassins du royaume :

Couchant de Mons.	0m,53
Centre et partie occidentale de Charleroi . .	0m,62
Charleroi	0m,74
Namur	0m,63
Liége.	0m,74
Le royaume.	0m,65

Cette dernière puissance est sensiblement celle indiquée l'année précédente. Mais l'une n'est pas *absolument* comparable à l'autre.

Jusqu'en 1888, la moyenne des couches exploitées était calculée arithmétiquement, c'est-à-dire en divisant la somme des puissances utiles des couches exploitées par le nombre de celles-ci. — Peu importait l'abandon des couches reconnues onéreusement exploitables après des tentatives plus ou moins longues.

Suivant des instructions de M. le Directeur général Arnould, sous la date du 31 janvier 1890, la puissance moyenne des couches par charbonnage devait dorénavant s'obtenir en divisant la somme des nombres de mètres cubes déhouillés dans les diverses couches par celle des nombres des mètres carrés découverts. Cette dernière méthode est évidemment la seule rationnelle.

Les profondeurs moyennes d'extraction ont été les suivantes, d'après un calcul également géométrique :

	Mètres.
Couchant de Mons	542
Centre et partie occidentale de Charleroi. . .	359
Charleroi	420
Namur	254
Liége	327
Le royaume	406

Nombre d'exploitations ont dépassé les 700 mètres en profondeur et, au Couchant de Mons, le puits Sainte-Henriette du charbonnage des Produits, a été poursuivi en reconnaissance jusque 1,152 mètres.

Voici comment s'est subdivisé le personnel ouvrier occupé en 1889 dans les charbonnages du royaume et dont l'effectif s'est élevé à 108,382 travailleurs, 4,905 ouvriers de plus qu'en 1888 :

	HAINAUT.	NAMUR.	LIÉGE.	LE ROYAUME
	A L'INTÉRIEUR.			
Hommes	49,061	1,511	17,837	68,409
Femmes.	3,007	32	194	3,233
Garçons en dessous de 16 ans.	6,940	250	2,193	9,383
Filles en dessous de 16 ans. .	948	»	12	960
Ensemble. . .	59,956	1,793	20,236	81,985
	A LA SURFACE.			
Hommes	12,784	487	3,816	17,087
Femmes.	2,926	83	1,123	4,132
Garçons en dessous de 16 ans.	2,033	83	399	2,515
Filles en dessous de 16 ans. .	2,161	67	435	2,663
Ensemble. . .	19,904	720	5,773	26,397
Totaux . . .	79,860	2,513	26,009	108,382

Bien que l'art. 9 de la loi du 13 décembre 1889 va interdire, à partir du 1er janvier 1892, l'emploi des femmes de moins de 21 ans dans les travaux souterrains, nous avons cru intéressant de continuer à rechercher l'influence de l'application de l'article 69 du règlement de police du 28 avril 1884. On se rappellera que cette disposition a exclu de ces travaux les garçons de moins de 12 ans et les fills de moin s de 14 ans.

Cette influence ressort du tableau ci-après :

Population intérieure des charbonnages.

	1re DIVISION DES MINES. (HAINAUT).						2e DIVISION DES MINES. (LIÉGE ET NAMUR).						LE ROYAUME.					
	1883.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1883.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1883.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.
Hommes . . .	45,852	45,551	46,043	46,222	47,061	49,061	17,978	17,786	16,868	17,070	18,062	19,348	63,830	63,337	62,911	63,292	65,123	68,409
Femmes . . .	4,244	3,995	3,285	3,010	3,110	3,007	365	261	226	191	217	226	4,609	4,256	3,511	3,201	3,327	3,233
Garçons de moins de 16 ans . .	7,568	6,534	6,145	5,980	6,376	6,940	2,046	1,955	1,943	1,940	2,186	2,443	9,614	8,489	8,048	7,920	8,562	9,383
Filles de moins de 16 ans . .	2,658	1,582	1,092	1,011	1,014	948	58	30	41	21	12	12	2,716	1,612	1,133	1,032	1,026	960
Ensemble.	60,322	57,662	56,565	56,223	57,561	59,956	20,447	20,032	19,078	19,222	20,477	22,029	80,769	77,694	75,603	75,445	78,038	81,985
PAR MILLE OUVRIERS.																		
Hommes . . .	760	790	814	822	817	818	879	888	884	888	882	878	790	815	832	839	834	834
Femmes . . .	70	69	58	54	54	50	18	13	12	10	10	10	57	55	46	42	43	39
Garçons de moins de 16 ans . .	126	113	109	106	111	116	100	98	102	101	107	111	119	109	107	105	110	115
Filles de moins de 16 ans . .	44	28	19	18	18	16	3	1	2	1	1	1	34	21	15	14	13	12
Ensemble.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Si l'on considère les nombres absolus des femmes et des filles employées à l'intérieur des travaux, on voit qu'ils ont diminué dans la première division ainsi que dans tout le royaume malgré un petit accroissement dans la seconde division pour les femmes au dessus de 16 ans. On constate aussi une diminution des chiffres proportionnels dans la première circonscription et dans le royaume, et ni progrès ni recul dans la seconde où, toutefois, la suppression de l'emploi des personnes du sexe féminin est un fait presque accompli.

En somme, le nombre proportionnel pour l'ensemble des femmes et des filles a diminué depuis 1883 de 43 p. °/₀.

Des circonstances diverses ont pu influer sur le résultat de 1889 : D'abord l'abondance de l'offre du travail qui s'est traduite par une élévation des salaires; ensuite, la perspective de la mise en exécution de la loi du 13 décembre 1889 laquelle, au second paragraphe de l'art. 9 précité, établit une exception d'application pour les femmes et les filles qui seraient déjà employées dans les travaux souterrains. En effet, si certains chefs de famille ont pu avoir la prévoyance de rechercher pour leurs filles des occupations les éloignant de la mine, d'autres dirigeant autrement leur prévoyance ont pu tenir à faire profiter tous leurs enfants du bénéfice de l'exception transitoire.

On peut regretter que le progrès ne se soit pas plus accentué en présence de la prochaine échéance du 1er janvier 1892 (1).

La production par travailleur du fond a été de 242 tonnes, soit 4 tonnes de moins qu'en 1888, malgré trois jours en plus d'extraction. Comme on le verra plus loin, il ne semble pas qu'il y ait eu un accroissement de travaux extraordinaires. Si la somme dépensée de ce chef est légèrement supérieure à celle de l'année précédente, la différence peut s'expliquer par l'augmentation du coût de la main-d'œuvre et des prix des consommations.

Quant à la production par ouvrier en général (fond et surface réunis), elle a été de 184 tonnes, soit seulement 2 tonnes de moins qu'en 1888.

Quelques renseignements complémentaires introduits dans le travail

(1) Cette échéance ne sera pas sans produire des difficultés. Il nous est même revenu que pour assurer l'admission de leurs enfants aux mines en dehors des âges réglementaires, nombre de parents commettent des altérations dans les livrets.

de la statistique à la demande de M. le Directeur Général des mines vont nous permettre d'entrer dans des considérations nouvelles.

Ces renseignements sont consignés dans le tableau suivant :

CIRCONSCRIPTIONS.	Moyenne des puissances utiles des couches.	OUVRIERS (NOMBRES).					OUVRIEI proporti	
		INTÉRIEUR.			SURFACE	TOTAL GÉNÉRAL.		
		Ouvriers à veine.	Ouvriers autres.	Ensemble.	Ouvriers de toutes les catégories.		des ouvriers à veine par rapport à ceux de l'intérieur.	des ouvriers de l'intérieur
Couchant de Mons (1re arrondissement). . . .	m 0.53	6,071	17,124	23,195	6,045	29,240	0.26	0,
Centre et partie occidentale de Charleroi (2e arrondissement) . . .	0.62	4,659	12,898	17,557	6,251	23,808	0.27	0.
Charleroi (3e arrondissement)	0.74	4,668	14,536	19,204	7.608	26,812	0.24	0.
Namur (4e arrondissement)	0.63	522	1,271	1,793	720	2,513	0.29	0.
Liége (5e et 6e arrondissement).	0.74	4,361	15,875	20,236	5,773	26,009	0.22	0.
	0.65	20,281	61,704	81,985	26,397	108,382	0.25	0.

Ce tableau, pour pouvoir être commenté avec sécurité dans tous ses détails, devrait donner les moyennes de plusieurs années. Cependant, tel qu'il est, les chiffres y contenus font ressortir la médiocrité de l'effet utile de l'ouvrier au Couchant de Mons. Cette médiocrité a sa cause prédominante dans la faible puissance des couches. On remarquera même que la surface de couches découverte par ouvrier y est moindre que dans les autres circonscriptions et que l'effet utile des ouvriers du fond ne travaillant pas à la veine est aussi relativement peu élevé.

Ces circonstances peuvent résulter de ce que la faible épaisseur des couches entraîne non seulement des difficultés d'abatage, mais encore plus de *coupages de voies*, plus de *remenages de terres* et la nécessité de multiplier les chantiers.

Pour analyser toutes les causes qui différencient les chiffres dans les divers bassins, il faudrait comparer les diverses organisations du travail et sans doute aussi les conditions de l'alimentation des ouvriers.

On remarquera, en outre, que, pour le travail de la surface, c'est

…MÈTRES CARRÉS …ES DÉCOUVERTS			PRODUCTION ANNUELLE (TONNES).						PRODUCTION JOURNALIÈRE (TONNES).				
	PAR OUVRIER A VEINE. Par an.	PAR OUVRIER A VEINE. Par journée.	Par circonscription.	Par ouvrier à veine.	Par autre ouvrier du fond.	Par ouvrier du fond de toutes les catégories.	Par ouvrier de la surface.	Par ouvrier fond et surface réunis.	Par ouvrier à veine.	Par autre ouvrier du fond.	Par ouvrier du fond. de toutes les catégories.	Par ouvrier de la surface.	Par ouvrier fond et surface réunis.
…29	1,062	3.55	4,564,160	752	266	197	755	156	2.50	0.89	0.66	2.52	0.52
…30	1,253	4.15	4,739,000	912	369	270	758	199	3.02	1.22	0.89	2.51	0.66
…0	1,119	3.86	5,144,195	1,102	355	267	676	192	3.81	1.23	0.92	2.34	0.66
…6	1,096	3.82	467,005	895	367	260	649	186	3.12	1.28	0.90	2.26	0.65
…6	1,143	3.85	4,955,620	1,104	312	245	858	191	3.72	1.05	0.82	2.89	0.64
…2	1,152	3.90	19,869,980	988	322	242	753	184	3.35	1.09	0.82	2.55	0.62

dans le Hainaut et particulièrement à Charleroi où l'effet utile de l'ouvrier est le plus faible, et que c'est à Liége où il est le plus fort. Ces divergences paraissent tenir à des conditions différentes du service des transports extérieurs.

Il est assez curieux de constater qu'en dernière analyse l'effet utile général de l'ouvrier, fond et surface réunis, est sensiblement le même au Centre, à Charleroi et à Liége. Pour ce qui concerne celui de l'ouvrier au Couchant de Mons, il est heureux que, par suite des qualités spéciales de certaines variétés, le charbon provenant de cette circonscription jouit de l'avantage d'un prix de vente relativement élevé, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer.

Il a été payé aux 108,382 ouvriers de l'industrie houillère la somme de 100,963,000 francs, ce qui établit le salaire annuel moyen à 932 francs, soit 63 francs de plus qu'en 1888, 117 francs de plus qu'en 1887 et 149 francs de plus qu'en 1886.

La somme des salaires dépasse celle de l'année précédente, de 11,054,000 francs.

Voici comment s'est chiffré le salaire annuel dans les diverses régions houillères du pays pendant la période 1886 à 1889 :

		1886.	1887.	1888.	1889.
Hainaut.	Couchant de Mons . . . fr.	712	727	794	872
	Centre et partie occidentale de Charleroi	815	852	915	993
	Charleroi.	762	793	841	888
Namur (région peu importante) . . .		686	730	785	848
Liége		867	940	948	994
Le royaume		783	815	869	932

On remarquera la hausse continue des salaires depuis 1886.

De 1886 à 1889, cette hausse a été de :

Au Couchant de Mons . . . . fr.	160,	soit 22	p. °/₀.
Au Centre et partie occidentale de Charleroi .	178,	» 22	»
A Charleroi	126,	» 17	»
A Namur.	162,	» 24	»
A Liége	127,	» 15	»
Le royaum0	149,	» 19	»

Ceci, indépendamment d'une augmentation de 8 p. °/₀ du personnel.

C'est donc à Liége où durant toute la période les salaires ont été les plus élevés, que ceux-ci ont haussé *proportionnellement* le moins. Mais il est à remarquer que si une sorte d'inertie ne les a pas majorés autant que dans les autres bassins en raison des augmentations des bénéfices, cette même résistance les avait maintenus plus qu'ailleurs dans la période néfaste de l'industrie charbonnière au profit du bien-être relatif de la population ouvrière.

Pour bien comparer entre eux les salaires dans les différentes circonscriptions, il convient de tenir compte des retenues auxquelles ils sont soumis.

Ces retenues, qui frappent particulièrement les salaires des ouvriers du fond, varient de beaucoup d'une circonscription à l'autre. C'est au Centre et aussi à Namur qu'elles sont les plus fortes. Au Centre, elles se rapportent à la Caisse de prévoyance et de retraite, aux Caisses particulières de secours ainsi qu'au service médical indépendant de ces dernières institutions, enfin, à certaines fournitures faites parfois au compte

de l'ouvrier, telles que l'huile et les explosifs (1). Voici d'ailleurs pour l'année 1889, à combien on peut évaluer l'ensemble des retenues par ouvrier (fond et surface réunis) dans les diverses circonscriptions minières :

	Francs.
Couchant de Mons	13
Centre et partie occidentale de Charleroi	22
Charleroi	7
Namur	32
Liége	5
Le royaume	12

Au Centre proprement dit, les retenues dépassent sensiblement les 22 francs indiqués. Le peu de retenues qui affectent le salaire des ouvriers de la partie occidentale de Charleroi abaisse ici cette évaluaion et il faut tenir compte aussi de ce que certaines exploitations ayant renseigné comme salaire la rémunération des ouvriers, déduction faite des retenues, celles-ci devaient échapper au calcul, mais sans nuire aux résultats ci-après qui établissent les salaires nets pour l'année 1889 :

	Francs.
Couchant de Mons	872 — 13 = 859
Centre et partie occidentale de Charleroi	993 — 22 = 971
Charleroi	888 — 7 = 881
Namur	848 — 32 = 816
Liége	994 — 5 = 989
Le royaume	932 — 12 = 920

Si l'on envisage isolément les salaires annuels bruts des ouvriers à veine, on arrive aux chiffres suivants :

	Francs.
Couchant de Mons	1,059
Centre et partie occidentale de Charleroi	1,227
Charleroi	1,186
Namur	1,138
Liége	1,305
Le royaume	1,182

(1) On sait qu'au Centre, les ouvriers de divers charbonnages se procurent eux-mêmes les explosifs nécessaires chez de petits débitants cumulant la vente de ces substances dangereuses et celle des boissons. Inutile d'insister sur les inconvénients de cet état de choses.

Revenant au salaire général moyen de 932 francs, et comptant sur 295 jours de travail, nous arrivons à un salaire journalier de fr. 3-16 se partageant comme suit :

	Francs.
Ouvriers de la surface.	2 36 (1)
Ouvriers du fond	3 42

Les salaires journaliers des femmes, des garçons et des filles du personnel du fond étant respectivement évalués à fr. 2-00, 1-70 et 1-40, celui du houilleur proprement dit, au dessus de 16 ans, se chiffrerait à fr. 3-75.

Les dépenses inhérentes à l'industrie houillère se sont élevées comme suit :

	Francs.
Salaires.	100,963,000
Autres dépenses	64,818,000
Ensemble	165,781,000

D'où un prix de revient de fr. 8-34 la tonne, supérieur de fr. 0-56 à celui de l'année précédente.

Nous rappellerons que ces dépenses ne comprennent pas les charges financières, c'est-à-dire les intérêts des emprunts.

Nous rappellerons aussi que la rubrique « autres frais » comprend les dépenses en consommation de charbon, bois, fers, câbles, huiles,

ANNÉES.	Nombre de sièges en activité.	OUVRIERS EMPLOYÉS.		DÉPENSES			Prix de revient au tonneau.	PRODU[illegible]
		Nombre.	Salaire moyen annuel.	ordinaires.	extraordinaires.	totales.		TOTA[illegible]
			Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Tonn[illegible]
1880	304	102,930	920	148,770,000	17,064,000	165,834,000	9 80	16,88[illegible]
1881	295	101,351	931	148,632,000	16,541,000	165,173,000	9.79	16,87[illegible]
1882	300	103,701	926	154.198,000	16,922.000	171,120,000	9.73	17,59[illegible]
1883	314	106,252	1,006	163,119,000	17,101,000	180,220,000	9.92	18,17[illegible]
1884	289	105,582	914	151,827,000	13,946,000	165,773,000	9.18	18,05[illegible]
1885	285	103,095	812	135,971,000	11,709,000	147,680,000	8.47	17,43[illegible]
1886	280	100,282	783	127,419,000	9,972,000	137,391,000	7.95	17,28[illegible]
1887	268	100,739	815	129,375,000	9,558,000	138,933,000	7.56	18,37[illegible]
1888	268	103,477	869	138,355,000	11.136,000	149,492,000	7.78	19,21[illegible]
1889	292	108,382	932	153,908,000	11.883,000	165.791,000	8.34	19.8[illegible]

1. Le salaire des ouvriers de la surface a été évalué en 1888 trop haut, et ce, aux dépens de celui des ouvriers du fond.

graisses, poudre, fourrages ; les achats de matériaux, machines, matériel, terrains ; les paiements de traitements, dommages à la surface, impôts, institutions de secours et de prévoyance, frais judiciaires et autres incombant aux frais généraux. Pour une bonne part, ces dépenses sont du travail payé à des ouvriers d'autres industries.

C'est au Couchant de Mons où, malgré des salaires relativement modérés, le prix de revient a été sensiblement le plus élevé. Ce prix de revient s'est chiffré à fr. 9-07.

La valeur de la production ayant été de fr. 187,718,000, le *boni général* pour l'ensemble des charbonnages s'est établi à 21,927,000 francs, accusant un bénéfice de fr. 1-10 à la tonne.

En envisageant séparément, comme les années précédentes, les mines en boni et celles en déficit, on trouve que :

104 charbonnages ont eu des excédents de recettes de . . . . fr.	24,143,000
et 28 charbonnages ont eu des excédents de dépenses de	2,216,000
La différence reproduit le *boni général* de . . fr.	21,927,000

Les dépenses extraordinaires se sont élevées à 11,884,000 francs.

Le tableau ci-après résume les principaux résultats de l'industrie charbonnière pendant la dernière période décennale.

...LEUR ...ALE.	Prix moyen de vente des 1,000 kilogs.	BALANCE. Mines en gain.	BONI.	Mines en perte.	PERTE.	BÉNÉFICE GÉNÉRAL.	BÉNÉFICE GÉNÉRAL de la tonne.
Fr.	Fr.		Fr.		Fr.	Fr.	Fr.
...680,000	10.06	85	10,862,000	79	7,016,000	3,846,000	0.23
...704,000	9.70	77	8,723,000	83	10,192,000	(1) — 1,469,000	(1) — 0.09
...896,000	10.00	85	10,965,000	73	6,189,000	4,776,000	0.27
...777,000	10.17	80	11,277,000	73	6,719,000	4,558,000	0.25
...332,000	9.53	78	10,289,000	71	4.030,000	6,259,000	0.35
...618,000	8.87	81	10,496,000	69	3,559,000	6,937,000	0.40
...542,000	8.25	77	8,749,000	67	3,598,000	5,151,000	0 30
...574,000	8.04	90	10,829,800	50	2,088,000	8,741,000	0.48
...618,000	8.43	91	15,151,000	42	2,625,000	12,526,000	0.65
...718,000	9.45	104	24,143.000	28	2,216,000	21,927,000	1.10

...Perte.

Les charbonnages ont employé 4,683 chevaux, dont 3,441 à l'intérieur des travaux.

Fabrication du coke.

Le tableau suivant donne la situation de cette industrie en 1889 :

CIRCONSCRIPTIONS ADMINISTRATIVES.	FOURS		OUVRIERS. — Nombre.	CONSOMMATION de HOUILLE — Tonnes.	PRODUCTION EN COKE.	
	Actifs. — Nombre	Inactifs. — Nombre.			QUANTITÉ. — Tonnes.	VALEUR de la tonne. — Francs.
1re division . .	3,145	627	1,898	2,133,849	1,564,710	15 92
2e id. . .	1,583	405	677	837,795	599,439	16 30
TOTAUX. .	4,728	1,032	2,575	2,971,644	2,164,149	16 03

D'où un rendement en coke de 72.8 p. °/o de la houille enfournée.
Voici quelle a été la marche de cette industrie de 1881 à 1889 :

ANNÉES.	NOMBRE D'OUVRIERS.	QUANTITÉS PRODUITES. — Tonnes.	VALEUR DE LA TONNE. — Francs.
1881	2,358	1,834,669	15 98
1882	2,519	2,066,249	17 73
1883	2.474	2,077,051	17 08
1884	2.074	1,812,148	14 87
1885	2.066	1,678,473	13 70
1886	2,218	1.854,173	12 26
1887	2,265	1,902,879	12 17
1888	2,319	1,987,445	13 63
1889	2,575	2,164,149	16 03

On voit par ce tableau combien s'est accentuée en 1889 la reprise de cette fabrication.

Mouvement commercial de la houille et du coke.

Nous avons résumé ce mouvement dans le tableau ci-après pour chacune des années de la dernière période décennale :

ANNÉES.	QUANTITÉS EN TONNES.							
	PRODUCTION.	IMPORTATION.			EXPORTATION.			CONSOMMATION.
		Houille	Coke	ENSEMBLE	Houille	Coke	ENSEMBLE	
1880	16,866,698	917,033	19,217	944,486	4,525,085	850,346	5,739,865	12,071,319
1881	16,873,951	1,015,870	23,584	1,049,561	4,476,783	914,885	5,783,762	12,139,750
1882	17,590,989	1,043,994	15,082	1,065,540	4,292,025	1,094,620	5,855,768	12,809,761
1883	18,177,754	1,263,334	38,899	1,318,904	4,441,314	996,645	5,865,093	13,631,565
1884	18,051,499	1,223,691	32,813	1,270,567	4,619,192	854,258	5,839,561	13,482,505
1885	17,437,603	1,238,116	22,094	1,269,679	4,338,330	848,726	5,550,786	13,156,490
1886	17,285,543	1,002,671	21,867	1,033,910	4,272,835	907,942	5,569,895	12,749,558
1887	18,378,622	1,016,678	18,788	1,043,518	4,591,000	926,545	5,914,693	13,480,609
1888	19,218,481	1,034,748	27,461	1,073,978	4,466,801	1,060,754	5,982,164	14,310,295
1889	19,869,980	1,004,624	18,545	1,031,117	4,279,700	1,219,959	6,022,499	14,878,591

Comme dans les comptes-rendus des années précédentes, on a converti le coke en houille, en admettant un rendement de 70 kilogr. de coke (nombre rond) pour 100 kilogr. de houille.

§ 2. — Mines métalliques et minières.

Le tableau ci-après donne les productions (quantités et valeurs) des minerais extraits en Belgique, pendant les dix dernières années, ainsi que le nombre des ouvriers occupés aux exploitations qui les ont fournis.

ANNÉES.	MINERAIS DE ZINC. Quantités. — Tonnes	MINERAIS DE ZINC. Valeur. — Francs	MINERAIS DE PLOMB. Quantités. — Tonnes	MINERAIS DE PLOMB. Valeur. — Francs	PYRITE DE FER. Quantités. — Tonnes	PYRITE DE FER. Valeur. — Francs	FER (MINERAI LAVÉ). Quantités. — Tonnes	FER (MINERAI LAVÉ). Valeur. — Francs	VALEUR totale. — Francs	Ouvriers employés. — Nombre
1880.	38,805	2,242,000	5,434	892,000	7,913	164,000	253,499	1,875,000	5,173,000	3,810
1881.	23,553	1,195,000	3,741	657,000	2,965	49,000	224,882	1,817,000	3,718,000	2,750
1882.	20,443	707,000	2,918	486,000	2,555	21,000	209,212	1,593,000	2,807,000	2,312
1883.	20,738	750,000	1,749	311,000	1,623	18,000	216,490	1,497,000	2,576,000	2,100
1884.	27,606	1,014,000	1,796	257,000	2,243	35,000	176,755	1,280,000	2,586,000	1,926
1885.	18,185	680,000	1,299	187,000	4,533	65,000	187,118	1,311,000	2,243,000	1,788
1886.	19,042	762,000	1,292	194,000	3,209	31,000	153,378	955,000	1,942,000	1,498
1887.	20,879	897,000	548	92,000	3,490	32,000	185,186	1,183,000	2,204,000	1,537
1888.	24,597	1,161,000	414	44,000	3,916	41,000	213,327	1,402,000	2,648,000	1,682
1889.	21,184	1,296,000	194	20,000	5,051	43,000	202,431	1,363,000	2,722,000	1,601

On remarquera qu'en 1889 il y a eu, par rapport à l'année précédente, diminution dans la production des minerais de fer. Cette diminution tient presque exclusivement à une production moindre des exploitations de la Lienne qui fournissent un minerai ferro-manganésifère que nous faisons rentrer sous la rubrique générale des minerais de fer.

A cause de l'intérêt qui s'attache à ces exploitations ardennaises, nous indiquerons, avec leurs valeurs, les quantités annuellement extraites à partir de 1880, année dès laquelle la statistique générale des mines les renseigne.

	Tonnes.	Valeurs.
1880	700	fr. 3,500
1881	770	3,850
1882	345	1,750
1883	820	4,100
1884	750	3,750
1885	(suspension des travaux).	
1886	750	9,000
1887	12,750	156,000
1888	27,787	325,000
1889	20,905	248,000

L'exploitation n'a pris quelque importance qu'après la construction, dans la vallée de la Lienne, d'une ligne ferrée raccordant les dites exploitations au chemin de fer de l'Amblève.

Dans la production des minerais de fer sont comprises 145,696 tonnes, d'une valeur de 936,000 francs, provenant des exploitations libres, c'est-à-dire de celles établies sans concession. Ces dernières occupent 737 ouvriers.

Les mines métalliques concédées (zinc, plomb, pyrite, fer et manganèse) ont produit une valeur de 1,786,000 francs qui a donné lieu, pour certaines exploitations, à un bénéfice de 731,000 francs et, pour les autres, à une perte de 51,000 francs. D'où un bénéfice général de 680,000 francs.

Les dépenses pour les mines concédées se répartissent comme suit :

Salaires	fr.	646,000
Autres frais		460,000
Ensemble	fr.	1,106,000

Dans cette somme globale figurent les dépenses extraordinaires pour 143,000 francs.

Les mines concédées ayant occupé 869 ouvriers, dont 441 à l'intérieur des travaux et 428 à la surface, le salaire annuel général moyen de ces travailleurs a été de 743 francs. Le personnel relativement considérable d'ouvriers à la surface comprend les nombreux jeunes ouvriers et femmes employés dans les ateliers de la préparation mécanique des minerais, ce qui affaiblit sensiblement le salaire général moyen de tout le personnel.

§ 3. — Carrières.

Le tableau ci-après rend compte de l'exploitation des carrières en 1889.

DÉSIGNATION DES PRODUITS (1).		BRABANT.	HAINAUT.	NAMUR.	LIÉGE.	LUXEMBOURG.	LIMBOURG.	LE ROYAUME (2). Quantités.	LE ROYAUME (2). VALEURS (francs).
Pierres de taille	M³	3,930	68,729	21,633	24,454	2,915	3,500	125,164	10,399,000
Chaux, moellons et pierrailles	M³	74,600	738,710	459,185	442,566	45,990	"	1,761,051	8,255,000
Pierres à paver	P	15,313,200	36,077,200	10,751,000	17,127,000	979,000	"	80,247,400	6,760,000
Dalles et carreaux	M²	600	76,934	39,400	16,646	4,600	"	138,180	432,000
Marbre	M³	"	3,555	7,995	"	55	"	11,605	1,758,000
Ardoises	P	"	"	2,727,000	"	24,388,000	"	27,115,000	678,000
	M²	"	"	30	"	610	"	640	
Pierres à faulx et à rasoir	P	"	"	"	"	"	"	"	"
Meules en grès	M³	"	"	"	"	"	"	"	"
Castine	M³	"	84,600	7,200	31,000	125	"	122,925	221,000
Dolomie		"	"	"	2,150	"	"	2,150	5,000
Terre à porcelaine	M³	"	"	"	"	"	"	"	"
Terre plastique	T	8,160	90,280	90,145	2,940	125	"	191,650	1,583,000
Marne et craie	M³	900	11,800	"	830	"	450	13,980	95,000
Sable	M³	41,341	116,115	35,380	78,282	18,950	4,000	294,068	636,000
Silex pour faïencerie	M³	900	21,500	"	"	"	"	22,400	218,000
Silex, gravier et pierrailles pour empierrement	M²	139,000	412,400	8,340	6,150	"	2,060	567,950	1,253,000
Sulfate de baryte	T	"	9,800	"	"	"	"	9,800	54,000
Phosphate de chaux	M³	"	206,280	"	12,700	"	"	218,980	4,190,000
VALEURS	fr.	2,890,000	19,981,000	7,070,000	5,542,000	1,034,000	20,000	"	36,537,000

(1) En mètres cubes = M³; en mètres carrés = M²; en tonnes = T; en nombre de pièces = P.
(2) Non compris les deux Flandres et la province d'Anvers qui d'ailleurs ne fournissent que des argiles *tertiaires* servant à la fabrication des briques, des carreaux et des tuiles, ainsi que des sables, de même formation, employés, entre autres usages, à la fabrication du verre.
(3) Tuffeau.

Le fait le plus remarquable que révèle ce tableau est l'exploitation du phosphate de chaux dans la région hesbayenne de la province de Liége.

Les valeurs créées par l'importante industrie des carrières depuis 1881 ont été les suivantes :

	Valeurs créées.
1881 . . . . fr.	38,818,000
1882	42,297,000
1883	43,089,000
1884	36,939,000
1885	32,746,000
1886	32,307,000
1887	33,218,000
1888	33,379,000
1889	36,537,000

Comme les années précédentes, nous croyons intéressant d'indiquer le développement de l'exploitation du phosphate de chaux depuis l'origine de cette industrie en 1877.

ANNÉES.	TONNEAUX.	VALEUR. Frs.	PRIX DE LA TONNE. Frs.
1877	3,910	135,600	34 68
1878	5,720	208,900	36 52
1879	7,700	229,300	29 78
1880	15,745	567,000	36 01
1881	30,000	1,130,000	37 67
1882	41,050	1,239,000	30 18
1883	59,800	2,284,000	38 19
1884	69,720	1,792,000	25 70
1885	162,250	3,182,000	19 60
1886	145,520	2,545,000	17 49
1887	166,900	2,604,000	15 60
1888	190,000	2,660,000	14 00
1889	218,980	4,190,000	19 13

D'où, en faveur de 1889 par rapport aux trois années précédentes, une augmentation sensible dans la production et un relèvement des prix. Mais, ainsi que l'a fait remarquer M. le directeur de la 1re division, ce relèvement pourrait provenir en partie de ce que dans certaines exploitations on a estimé la valeur des produits de l'extraction après leur avoir fait subir un premier degré d'enrichissement.

Le nombre de carrières de toutes natures, en activité, a été de 1812. Ces exploitations ont occupé 30,292 ouvriers.

§ 4. — Métallurgie.

De même que les années précédentes, la statistique métallurgique dressée par les ingénieurs des mines ne concerne que les établissements régis par la loi du 21 avril 1810, où l'on fond les minerais de fer, de plomb et de zinc, ainsi que les usines également soumises à cette loi, où la fonte de fer est convertie en métal brut (fer ou acier) et celui-ci ouvré en produits finis.

A. *Hauts fourneaux.*

	1re division.	2e division.	Royaume.	Valeur totale. Fr.	Valeur moyenne par tonne. Fr.
Usines . . actives.	9	9	18	»	»
Usines . . inactives	6	1	7	»	»
Hauts-fourneaux . . actifs	15	19	34	»	»
Hauts-fourneaux . . inactifs	15	3	18	»	»
Ouvriers . Nombre	1,485	1,666	3,151	»	»
Ouvriers . Salaire journalier moyen . . fr.	2.81	2.74	2.77	»	»
Minerais consommés belges . . . tonnes.	43,829	142,936	186,765	»	»
Minerais consommés étrangers	776,034	832,135	1,608,169	»	»
Scories et mitraille	242,841	74,605	317,446	»	»
Production Fonte d'affinage . . . tonnes.	378,755	208,021	586,776	28,562,000	48 68
Production Id. de moulage	11,155	48,521	59,676	3,688,000	61 80
Production Id. manganésifère	2,400	1,665	4,065	397,000	97 66
Production Id. Bessemer	»	165,493	165,493	10,858,000	65 61
Production Id. Thomas	»	15,116	15,116	872,000	57 69
Production Id. ouvrée de 1re fusion	1,100	»	1,100	114,000	103 45
Ensemble.	393,410	438,816	832,226	44,491,000	53 46

En 1888, la production avait été de 826,850 tonnes, d'une valeur globale de 40,490,000 francs.

La production en 1889, comme quantité, a donc été sensiblement celle de l'année précédente.

Le tableau suivant donne les valeurs, à la tonne, des diverses catégories de fontes produites en Belgique pendant la période de 1881 à 1889.

ANNÉES.	Affinage.	Moulage.	Manganés.	Bessemer.	Thomas.	Ouvrée de 1re fusion.	De toutes espèces.
1881. .	52 11	68 35	89 07	87 81	53 66	»	58 54
1882. .	54 26	70 00	89 81	81 24	60 46	80 00	60 26
1883. .	52 32	65 63	83 16	70 38	55 56	79 63	55 60
1884. .	45 76	65 72	74 24	61 34	53 09	»	50 32
1885. .	42 53	50 88	66 46	56 22	54 96	»	45 95
1886. .	39 97	47 27	»	56 95	49 42	100 25	44 02
1887. .	41 64	49 46	69 79	53 33	50 02	90 83	45 09
1888. .	45 95	52 93	»	58 86	46 29	97 27	48 97
1889. .	48 68	61 80	97 66	65 61	57 69	103 45	53 46

L'augmentation des valeurs, en 1889, a donc été notable. Mais si, indépendamment de la hausse des minerais et des salaires, on considère que chaque tonne de fonte a exigé 1^{m3},19 de coke et 0^{m3},03 de charbon cru, cette augmentation n'a que peu profité aux producteurs.

B. *Fabriques de fer et usines à ouvrer le fer.*

		1re division.	2e division.	ROYAUME.	VALEUR totale. Fr.	VALEUR moyenne par tonne. Fr.
Usines	actives	39	26	65	»	»
	inactives	6	1	7	»	»
Fours à puddler	actifs	391	162	553	»	»
	inactifs	94	32	126	»	»
Fours à réchauffer	actifs	151	87	238	»	»
	inactifs	38	24	62	»	»
Fours autres (1)	actifs	43	182	225	»	»
	inactifs	13	27	40	»	»
Ouvriers	Nombre	11,278	6,138	17,416	»	»
	Salaire journalier moyen. . fr.	3.33	3.28	3.31	»	»
Fonte consommée pour fer puddlé.	belge. . . . tonnes.	438,837	174,202	613,039	»	»
	étrangère . . . . »	46,621	15,003	61,624	»	»
Production en fer ébauché	»	410,845	160,742	571,587	49,050,000	85 81
Ebauché consommé pour fer corroyé	»	23,278	33,664	56,942	»	»
Mitraille	»	35,042	25,691	60,733	»	»
Production en fer corroyé	»	45,084	48,783	93,867	10,695,000	113 94
Consommations pour fers finis (2).	ébauchés. . . . . »	403,353	140,985	544,338	»	»
	corroyés. . . . . »	46,491	49,937	96,428	»	»
	mitraille. . . . . »	129,705	22,923	152,628	»	»
Production en fers finis	Gros fers marchands. tonnes.	142,402	40,199	182,601	22,028,000	120 63
	Petits fers . . . . »	76,577	16,076	92,653	12,385,000	133 67
	Fers spéciaux . . . »	87,225	31,239	118,464	15,680,000	132 36
	Fers battus. . . . »	4,173	1,036	5,209	1,231,000	236 32
	Rails . . . . . . »	4,263	»	4,263	531,000	124 56
	Fers fendus. . . . »	14,612	»	14,612	1,704,000	116 62
	Fers serpentés. . . »	16,090	5,831	21,921	3,034,000	138 32
	Grosses tôles et larges plats . . . . . »	66,432	37,885	104,317	17,160,000	164 50
	Tôles fines . . . . »	1,570	31,594	33,164	7,066,000	213 06
	ENSEMBLE. . .	413,344	163,860	577,204	80,819,000	140 02

(1) Dormants ou ouverts. — (2) Y compris les consommations dans les usines outillées exclusivement pour ouvrer le fer.

Certaines de ces usines ont travaillé l'acier brut en produits finis, lesquels ont été reportés pour une quantité de 17,004 tonnes et une

valeur de 3,310,000 francs dans les produits figurant au tableau des aciéries et des usines à ouvrer l'acier.

L'année précédente, il avait été produit 547,818 tonnes de fers finis, valant ensemble 70,057,000 francs.

Voici quelles ont été les valeurs, à la tonne, des divers fers finis fabriqués pendant les années 1881 à 1889 :

ANNÉES.	Gros fers marchands.	Petits fers.	Fers spéciaux.	Fers battus.	Rails.	Fers fendus.	Fers serpentés.	Grosses tôles et larges plats.	Tôles fines.	Fers de toutes espèces.
1881. .	142 90	147 79	146 69	371 29	142 23	129 74	179 70	182 85	245 37	161 55
1882. .	147 02	158 95	148 65	336 30	151 96	133 29	190 87	187 14	260 52	166 81
1883. .	138 79	144 81	146 46	287 35	139 19	134 19	171 00	187 52	240 84	159 60
1884. .	127 77	130 25	132 28	286 99	127 91	128 91	166 27	166 44	225 24	144 23
1885. .	115 93	119 08	118 01	239 04	126 45	109 28	136 37	148 62	211 03	128 46
1886. .	106 33	113 10	111 40	245 82	109 71	98 60	126 27	133 00	203 01	119 14
1887. .	106 24	113 99	115 56	241 90	110 49	102 43	123 92	132 82	184 07	119 05
1888. .	113 92	118 05	124 03	233 62	117 38	111 65	129 88	146 38	201 27	127 88
1889. .	120 63	133 67	132 36	236 32	124 56	116 62	138 32	164 50	213 06	140 02

D'où, en 1889, une hausse sensible des valeurs de ces produits, par rapport aux quatre années précédentes, mais dont l'effet sur le bénéfice des usines a été sensiblement atténué par l'élévation des prix de la fonte, du combustible et des salaires.

C. *Aciéries et usines à ouvrer l'acier.*

			1re Division.	2e Division.	ROYAUME.	VALEUR totale. Fr.	VALEUR moyenne par tonne. Fr.
Usines	actives		4	4	8	»	»
	inactives		»	1	1	»	»
Fours à cuire (Martin et autres)	actifs		3	1	4	»	»
	inactifs		»	1	1	»	»
Convertisseurs (Bessemer et autres)	actifs		1	9	10	»	»
	inactifs		1	8	9	»	»
Fours à réchauffer	actifs		4	35	39	»	»
	inactifs		»	8	8	»	»
Ouvriers	nombre		599	2,448	3,047	»	»
	salaire journalier moyen	fr	3.09	3.45	3.37	»	»
Fonte consommée, pour aciers bruts	belge	tonnes.	11,756	164,982	176,738	»	»
	étrangère	»	25,124	68,320	93,444	»	»
Riblons et mitraille d'acier		»	4,625	23,583	28,208	»	»
Production en lingots	fondus	»	28,621	225,776	254,397	25,000,000	98 27
	battus (Blooms)	»	7,000	»	7,000	700,000	100 00
Consommations pour aciers finis (1) — lingots fondus	belges	»	23,076	225,900	248,976	»	»
	étrangers	»	»	2,093	2,093	»	»
lingots battus	belges	»	»	3,620	3,620	»	»
	étrangers	»	»	636	636	»	»
Production en produits finis	Rails	tonnes.	4,042	115,314	139,356	13,496,000	113 07
	Bandages	»	»	14,879	14,879	2,752,000	184 96
	Aciers laminés divers	»	6,594	31,502	38,096	6,218,000	163 22
	Aciers battus	»	»	16,748	16,748	2,370,000	141 51
	Grosses tôles	»	»	9,362	9,362	1,665,000	167 17
	Tôles fines	»	»	2,623	2,623	695,000	264 96
	Fils d'acier	»	8,594	4,903	13,497	1,982,000	146 85
	ENSEMBLE.	»	19,230	195,331	214,561	29,178,000	135 99

(1) Y compris les consommations dans les usines mixtes.

Il y a lieu de remarquer que dans la production en lingots fondus de la première division ont été comptées 1,931 tonnes de pièces directement moulées, d'une valeur moyenne de 338 francs. En isolant ces pièces, la valeur de la tonne de lingots fondus se réduirait à fr. 96-44.

L'année précédente, la production en lingots fondus avait été de 231,847 tonnes; celle en lingots battus, de 11,800 tonnes; et celle en produits finis, de 185,417 tonnes.

Le tableau suivant montre les fluctuations des valeurs des divers aciers, depuis l'année 1881.

ANNÉES.	Lingots fondus.	Lingots battus (Blooms).	Rails.	Bandages.	Aciers laminés divers.	Aciers battus.	Grosses tôles.	Tôles fines.	Fils d'acier.	Produits finis de toutes espèces.
1881. .	116 04	»	149 71	199 37	225 78	161 85	277 46	250 00	?	163 06
1882. .	112 03	»	134 96	200 30	234 65	158 66	276 36	274 69	340 00	160 47
1883. .	97 68	»	128 54	199 24	226 68	153 60	226 99	260 59	334 93	151 31
1884. .	93 75	110 44	116 55	168 82	163 91	136 28	193 72	265 52	290 86	133 91
1885. .	73 16	»	110 35	158 88	137 38	134 84	166 82	199 56	159 81	124 17
1886. .	69 80	93 96	105 46	138 42	120 14	133 63	158 50	191 37	132 31	116 22
1887. .	77 37	97 15	102 00	128 30	126 58	120 07	161 02	215 35	126 24	113 24
1888. .	82 79	91 02	105 62	160 62	138 37	118 03	164 70	229 85	136 50	121 50
1889. .	98 27	100 00	113 07	184 96	163 22	141 51	167 17	264 96	146 85	135 99

Nous pourrions reproduire ici l'observation faite à la suite du tableau concernant les valeurs des produits des fabriques de fer.

D. *Fabrication du zinc. (Fonderies des minerais.)*

		2e Division. (1)	VALEUR totale. Fr.	VALEUR moyenne par tonne. Fr.
Usines	actives	10	»	»
	inactives	»	»	»
Fours	actifs	282	»	»
	inactifs	42	»	»
Nombre moyen en activité	de creusets	32,116	»	»
	de moufles	»	»	»
Ouvriers	Nombre	3,623	»	»
	Salaire journalier moyen . . . fr.	3.26	»	»
Minerais consommés	belges . . . tonnes.	22,586	»	»
	étrangers »	187,284	»	»
Crasses consommées »		2,171	»	»
Production de zinc brut »		82,526	38,401,000	465 32

(1) La fabrication du zinc ne se fait que dans la province de Liége.

En 1888, la production avait été de 80,675 tonnes, d'une valeur de 34,637,000 francs.

E. *Fabrication du plomb et de l'argent.*

			2e Division. (1)	VALEUR totale. Fr.	VALEUR moyenne par unité. Fr.
Usines actives			3	»	»
Fourneaux de réduction.	à manche	actifs	16	»	»
		inactifs	8	»	»
	à réverbère	actifs	3	»	»
		inactifs	6	»	»
Fours de coupelle			4	»	»
Ouvriers		Nombre	440	»	»
		Salaire journalier . . . fr.	2.70	»	»
Minerais consommés.		belges . . . tonnes.	197	»	»
		étrangers . . . »	14,014	»	»
Sous-produits consommés.		»	8,432	»	»
Production		Plomb brut . . . Tonnes.	9,412	2,923,000	310 56
		Argent . . . Kilogr.	24,622	3,844,000	156 12

(1) La fabrication du plomb et de l'argent n'existe que dans la province de Liége.

La production de ces métaux avait été, l'année précédente, de 10,921 tonnes de plomb et de 29,329 kilogrammes d'argent, valant respectivement 3,601,000 francs et 4,597,000 francs.

Le tableau ci-après donne les valeurs moyennes du zinc, du plomb et de l'argent produits dans le royaume pendant la période de 1881 à 1889.

ANNÉES.	ZINC (la tonne).	PLOMB (la tonne).	ARGENT (le kilogramme).
	Francs.	Francs.	Francs.
1881	382 74	347 04	189 05
1882	387 16	340 72	186 03
1883	363 11	301 87	178 67
1884	343 72	266 03	184 21
1885	334 35	264 21	177 70
1886	339 60	309 98	166 36
1887	360 86	318 20	160 09
1888	429 34	329 73	156 74
1889	465 32	310 56	156 12

La valeur du zinc a donc poursuivi, en 1889, sa marche ascensionnelle; celle de l'argent est restée à peu près ce qu'elle était en 1888.

F. *Mouvement commercial.*

Ce mouvement, en ce qui concerne les produits sidérurgiques ainsi que le plomb et le zinc non ouvrés, est indiqué dans le tableau suivant.

PRODUITS.	PRODUCTION. — Tonnes.	IMPORTATION. — Tonnes.	EXPORTATION. — Tonnes.	CONSOMMATION indigène. — Tonnes.
Fer (fonte brute)	832,226	238,361	14,773	1,055,814
Fer (produits finis). . . .	577,204	17,560	333,211	261,553
Acier (lingots)	261,397	6,532	3,168	265,761
Acier (prod. finis)	214,561	5,844	115,049	105,356
Zinc (non ouvré)	82,526	5,113	67,489	20,150
Plomb (non ouvré). . . .	24,622	30,312	20,070	34,864

§ 5. — Machines a vapeur (1).

La statistique des appareils à vapeur renseigne pour tout le royaume 17,842 générateurs et 17,108 moteurs d'une force de 859,412 chevaux. Le tableau ci-après indique, par province et pour tout le pays, leur répartition dans les différents genres d'industrie.

Ce tableau accuse, sur la situation de 1888, des augmentations de 242 générateurs, de 308 moteurs et de 37,424 chevaux-vapeur.

(1) Le service administratif des machines à vapeur est réparti comme suit :

Aux mines : 1° Les machines et les chaudières établies dans les mines, les minières et les carrières souterraines du pays ainsi que celles des usines métallurgiques régies par la loi de 1810; 2° les autres machines et chaudières fonctionnant dans les provinces de Hainaut, de Liége, de Namur et de Luxembourg, à l'exception de celles du chemin de fer de l'Etat et des voies navigables.

Aux ponts et chaussées : 1° Les machines et les chaudières fonctionnant sur les voies navigables du royaume; 2° les autres machines et chaudières établies dans les provinces de Brabant, d'Anvers, de la Flandre orientale, de la Flandre occidentale et de Limbourg, à l'exception de celles du chemin de fer de l'Etat, de la marine et de certaines autres qui ressortissent spécialement au service des mines.

Aux chemins de fer : Les machines et les chaudières affectées au service du chemin de fer de l'Etat.

A la marine : Les machines et les chaudières affectées au service de la marine de l'Etat et des lignes maritimes postales, subsidiées par l'Etat.

Récapitulation des appareil…

NATURE DES INDUSTRIES.	ANVERS. GÉNÉRATEURS. Nombre.	ANVERS. MOTEURS. Nombre.	ANVERS. MOTEURS. Force en chevaux.	BRABANT. GÉNÉRATEURS. Nombre.	BRABANT. MOTEURS. Nombre.	BRABANT. MOTEURS. Force en chevaux.	FL. OCCIDENTALE. GÉNÉRATEURS. Nombre.	FL. OCCIDENTALE. MOTEURS. Nombre.	FL. OCCIDENTALE. MOTEURS. Force en chevaux.	FLANDRE ORIENT… GÉNÉRATEURS. Nombre.	FLANDRE ORIENT… MOTEU… Nombre.	FLANDRE ORIENT… MOTEU… Force…
Charbonnages	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	[illegible]
Mines métalliques	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	[illegible]
Carrières et scieries de pierres	5	5	96	40	33	880	»	»	»	1	1	[illegible]
Métallurgie et travail des métaux	51	59	693	198	189	3,593	16	16	83	56	56	[illegible]
Fabrication de machines et d'outils	47	43	644	53	44	771	31	32	199	34	31	[illegible]
Fabriques d'armes	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	[illegible]
Verreries	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	[illegible]
Fabriques de porcelaines et de faïences	»	»	»	5	6	48	11	11	151	»	»	[illegible]
Fabriques de produits chimiques	36	37	433	75	71	1,058	13	10	129	25	15	[illegible]
Préparation et travail du bois	41	37	799	74	74	1,407	30	30	311	61	61	[illegible]
Industrie de la laine	15	13	468	48	23	1,907	5	3	83	11	8	[illegible]
Id. du coton et de la soie	»	»	»	26	30	1,352	1	1	22	158	96	10,…
Id. du lin	10	7	568	16	11	982	163	153	3,116	181	108	11,7…
Blanchisseries et teintureries	15	8	151	74	51	679	47	34	543	64	49	8…
Battage des grains	6	6	38	56	56	453	178	178	1,221	56	56	3…
Mouture des grains	79	72	3,531	107	95	3,450	142	140	2,381	276	271	4,…
Brasseries et distilleries	141	141	2,924	247	216	3,645	137	135	1,192	230	220	1,…
Fabriques de sucre	39	47	747	78	119	2,524	15	23	327	67	75	1,…
Id. d'huile	20	18	427	25	22	455	65	65	1,271	95	91	1,…
Papeteries	63	22	1,247	95	78	3,862	3	3	46	10	8	…
Imprimeries typographiques	14	14	62	24	17	145	8	7	71	7	6	[illegible]
Usines diverses	351	282	7,981	623	307	5,398	160	132	887	298	263	4,…
Navigation. Service de l'Etat. Machines fixes	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Navigation. Service de l'Etat. Bateaux à vapeur	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Navigation. Service des particuliers. Machines fixes	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Navigation. Service des particuliers. Bateaux à vapeur	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chemins de fer. Service de l'Etat. Machines fixes	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chemins de fer. Service de l'Etat. Locomotives	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chemins de fer. Service des particuliers. Machines fixes	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chemins de fer. Service des particuliers. Locomotives	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
TOTAUX	933	811	20,809	1,864	1,442	32,600	1,025	973	12,033	1,630	1,415	39,6…

…peur existant au 31 décembre 1889.

	HAINAUT.		LIÉGE.			LIMBOURG.			LUXEMBOURG.			NAMUR.			LE ROYAUME.		
	MOTEURS.		GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS.		GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS		GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS.		GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS.		GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS.	
	Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.
[illegible]	1,476	90,701	571	555	30,215	»	»	»	»	»	»	57	53	3,388	2,269	2,084	124,304
»	»	»	47	39	1,920	»	»	»	2	3	90	10	3	340	59	45	2,350
27	453	7,959	17	17	294	3	3	51	12	12	135	77	75	1,228	582	599	10,652
51	710	22,256	657	796	20,727	3	3	9	33	27	1,576	77	72	2,169	1,842	1,928	51,482
65	370	4,642	205	273	3,290	1	1	6	4	4	14	29	29	203	749	827	10,152
»	»	»	55	58	791	»	»	»	»	»	»	»	»	»	55	58	791
05	82	3,462	24	16	294	»	»	»	»	»	»	34	21	2,831	163	119	6,587
62	51	1,475	»	»	»	»	»	»	»	»	»	22	19	303	100	87	1,977
50	45	614	9	8	114	3	2	59	2	1	5	43	36	368	256	225	3,139
84	86	932	65	63	527	5	5	58	28	26	312	30	30	321	418	412	5,585
28	23	698	302	265	12,077	»	»	»	»	»	»	15	9	377	424	344	16,097
23	12	1,174	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	208	139	12,873
15	9	592	9	7	312	1	1	2	»	»	»	6	6	50	401	302	17,384
12	7	34	77	58	1,875	»	»	»	»	»	»	»	»	»	289	207	4,170
46	146	925	92	92	531	»	»	»	3	3	16	56	56	412	593	593	3,917
00	188	3,436	83	74	1,477	14	15	122	10	10	147	41	36	856	952	901	19,525
77	369	3,097	90	84	617	38	41	454	14	14	74	60	63	527	1,334	1,283	14,320
99	448	4,981	141	192	2,548	24	34	370	»	»	»	32	61	887	695	999	13,406
8	9	175	1	1	4	2	2	57	»	»	»	1	1	8	217	209	4,200
3	6	96	58	66	1,960	»	»	»	1	»	»	42	20	827	275	203	8,609
16	15	71	15	13	41	»	»	»	1	1	3	4	4	11	89	77	419
76	571	8,404	329	333	4,414	20	18	72	9	7	58	50	50	547	2,416	1,963	32,296
												Ensemble.			14,386	13,604	364,235
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7	5	101
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	56	26	6,015
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	22	19	601
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	253	290	21.106
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	181	227	2,577
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,861	1,861	316,180
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	56	56	354
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,020	1,020	148,243
18	5,076	155,724	2,847	3,010	84,037	114	125	1260	119	108	2,430	686	644	15,653	17,842	17,108	859,412

§ 6. — Accidents.

A. *Mines, minières, carrières souterraines et usines métallurgiques*

Les officiers des mines ont constaté, en 1889, dans les mines, minières, carrières souterraines et usines métallurgiques du royaume, par procès-verbaux d'enquête, 243 accidents ayant occasionné la mort de 161 ouvriers et des blessures graves à 114 autres.

Voici comment ces accidents se sont répartis :

	Accidents.	Tués.	Blessés.
Charbonnages	218	147	101
Mines métalliques et minières	3	1	2
Carrières souterraines	4	1	5
Usines métallurgiques	18	12	6
	243	161	114

Les ouvriers employés aux charbonnages ayant été de 108,382, la proportion des tués dans ces exploitations (intérieur et surface réunis) se trouve être de 1.36 par 1,000 travailleurs. Cette proportion n'avait jamais été aussi restreinte pour l'ensemble des charbonnages, sauf en 1883, où elle était descendue à 1.33.

L'année précédente, en 1888, la proportion avait été de 1.75.

Voici, pour les deux années, comment s'est établie la proportion des ouvriers tués dans les six arrondissements miniers du pays :

			Par 1,000 ouvriers. 1889	1888
1er	arrondissement	(Couchant de Mons)	1.27	2.44
2e	id.	(Centre et partie occidentale de Charleroi)	1.43	1.30
3e	id.	(Charleroi)	1.34	1.63
4e	id.	(Province de Namur)	1.19	2.57
5e	id.	(Province de Liége. Rive gauche de la Meuse)	1.66	1.38
6e	id.	(Province de Liége. Rive droite de la Meuse)	1.13	1.50

La proportion varie beaucoup d'une année à l'autre dans la province

de Namur. La population charbonnière y étant peu nombreuse, une ou deux victimes en plus ou en moins influent beaucoup sur le résultat annuel.

La proportion moyenne par année a été de 2.13 pour tout le pays, en envisageant la période décennale 1880-1889.

Le tableau ci-après classe les victimes de l'industrie charbonnière, en 1889, par nature d'accident.

Mines de houille. — Acci

NATURE DES ACCIDENTS.	HAINAUT. Nombre des Accidents.	Tués.	Blessés.
Accidents à l'intérieur des travaux. Accidents survenus dans les puits, tourets ou descenderies servant d'accès aux travaux souterrains (1). — à l'occasion de la translation des ouvriers — par les câbles, cages, cuffats, etc.	10	6	11
— par les échelles	»	»	»
— par les fahrkunst	2	1	1
— par éboulements, chutes de pierres ou de corps durs	2	1	1
— dans d'autres circonstances (2)	5	5	»
Accidents survenus dans les puits intérieurs et les cheminées d'exploitation. — par l'emploi des câbles	»	»	»
— par l'emploi des échelles	»	»	»
— dans d'autres circonstances (2)	3	3	»
Éboulements, y compris les chutes de pierres et de blocs de houille, etc., dans les chantiers et les voies	67	49	21
Accidents causés par le grisou. Dégagement normal. Inflammations dues aux coups de mines	1	1	2
— aux appareils d'éclairage — Ouverture de lampes	1	»	4
— aux appareils d'éclairage — Défectuosités, bris, etc.	2	1	3
— à des causes diverses ou inconnues	1	»	2
— Asphyxies	1	1	»
Irruptions subites suivies d'inflammations	»	»	»
— d'asphyxies, de projections de charbon ou de pierres, etc.	3	7	»
Asphyxies par d'autres gaz que le grisou	1	1	»
Coups d'eau	»	»	»
Emploi des explosifs — Minage	10	1	10
— Autres causes	1	»	1
Transport et circulation des ouvriers. — sur voies de niveau ou peu inclinées	13	6	7
— sur voies inclinées où le transport se fait par hommes et chevaux	1	1	»
— par treuils ou poulies	26	12	14
— par traction mécanique	1	»	1
Causes diverses (3)	11	6	5
Totaux pour l'intérieur	162	102	83
Accidents à la surface. Chutes dans les puits	2	2	»
Manœuvres de véhicules	1	»	1
Machines et appareils mécaniques	2	2	»
Causes diverses	1	1	»
Totaux pour la surface	6	5	1
Totaux généraux	168	107	84

	Accidents.	Tués.	Blessés.
Usines (non compris les accidents d'appareils à vapeur)	18	12	5

… survenus en 1889.

…MUR.			LIÉGE.			LE ROYAUME.			OBSERVATIONS.
… DES			NOMBRE DES			NOMBRE DES			
…	Tués.	Blessés.	Accidents.	Tués.	Blessés.	Accidents.	Tués.	Blessés.	
	»	»	4	4	»	14	10	11	
	»	»	»	»	»	»	»	»	
	»	»	»	»	»	2	1	1	
	»	»	»	»	»	2	1	1	
	»	»	4	3	1	9	8	1	
	»	»	»	»	»	»	»	»	
	»	»	»	»	»	»	»	»	
	»	»	1	1	»	4	4	»	
	2	1	12	9	4	82	60	26	
	»	»	1	1	2	2	2	4	
	»	»	»	»	»	1	»	4	
	»	»	»	»	»	2	1	3	
	»	»	1	2	»	2	2	2	
»	»	»	»	»	»	1	1	»	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	»	3	7	»	
»	»	»	»	»	»	1	1	»	
»	»	»	2	2	1	2	2	1	
1	»	1	4	4	2	15	5	13	
»	»	»	»	»	»	1	»	1	
1	»	1	8	5	3	22	11	11	
»	»	»	1	1	»	2	2	»	
»	»	»	4	4	»	30	16	14	
»	»	»	»	»	»	1	»	1	
»	»	»	»	»	»	11	6	5	
5	2	3	42	36	13	209	140	99	
»	»	»	»	»	»	2	2	»	
»	»	»	»	»	»	1	»	1	
»	»	»	1	»	1	3	2	1	
»	»	»	2	2	»	3	3	»	
»	»	»	3	2	1	9	7	2	
5	2	3	45	38	14	218	147	101	

OBSERVATIONS.

(1) Les accidents survenus aux ouvriers du jour occupés à la recette, sont rangés parmi les accidents à la surface.

(2) On a exclu de cette subdivision, les accidents dus aux explosions de grisou, aux asphyxies, aux coups d'eau, etc., compris respectivement sous leurs rubriques spéciales.

(3) On écarte les décès dus à des causes pathologiques. Ces décès se sont élevés dans l'année à 2.

RENSEIGNEMENTS RAPPELÉS.		HAINAUT.	NAMUR.	LIÉGE.	LE ROYAUME.
Nombre d'ouvriers	Surface	19,904	720	5,773	26,397
	Intérieur	59,956	1,793	20,236	81,985
	TOTAL.	79,860	2,513	26,009	108,382
Production en tonnes.		14,447,355	407,005	4,955,620	19,869,980

B. *Appareils à vapeur.*

7 chaudières ont donné lieu à des explosions ou à des déchirures qui ont causé la mort de 6 ouvriers et des brûlures à 8 autres.

§ 7. — CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE EN FAVEUR DES OUVRIERS MINEURS ET CAISSES PARTICULIÈRES DE SECOURS.

Les recettes des six Caisses communes de prévoyance, en 1889, se sont chiffrées comme suit :

Retenues sur les salaires	Fr.	334,007 53
Cotisations des exploitants.		1,377,108 06
Subvention de l'Etat.		44,474 99
Subvention des Provinces		9,800 00
Autres recettes		266,828 38
Total. . .	Fr.	2,032,218 96

Les dépenses ont été les suivantes :

Pensions	Fr.	1,421,704 72
Secours		545,372 76
Autres dépenses		2,442 63
Frais d'administration		42,348 20
Total. . .	Fr.	2,011,868 31

Les recettes ont donc dépassé les dépenses de fr. 20,350-65. Mais dans les recettes et, par suite dans le boni, figure une somme de fr. 18,397-09 de plus-value des titres à la réserve de la Caisse du Centre.

L'avoir de toutes les Caisses s'élevait, fin 1888, à la somme de fr. 5,936,020-76, ce qui représentait à peine trois fois les charges annuelles évaluées à 1,963,180 francs.

Les Caisses particulières de secours ont reçu fr. 1,548,942-49 dont fr. 1,266,963-14 en cotisations des exploitations. Les dépenses ont été de fr. 1,521,091-31.

L'ensemble des dépenses des Caisses de prévoyance et des Caisses de secours a donc été, en 1889, de 3,532,959 francs.

Bruxelles, août 1890.

MÉLANGES

III. — Exposition universelle de Paris en 1889. — Le tirage des mines par l'électricité. — Note sur le système de MM. Manet frères, par M. Joseph Libert, ingénieur au corps des mines et ingénieur électricien.

PRÉLIMINAIRES

Les procédés électriques du tirage des mines présentent un intérêt tout particulier, dans le cas où l'on veut obtenir l'explosion simultanée de plusieurs fourneaux ; quand il ne s'agit que de faire sauter une seule mine, tous les procédés peuvent convenir, sauf les restrictions dues au danger des étincelles dans des atmosphères grisouteuses. La simultanéité dans le cas du tir multiple exige la disposition du circuit des amorces, en série ou en chaîne. Or, par les procédés connus jusqu'à ce jour, les amorces de tension ou à étincelle seules permettaient de réaliser pratiquement cette disposition ; en effet, alors, l'étincelle jaillit au même instant dans chaque amorce et il n'y a pas d'interruption prématurée du circuit. Cette condition de simultanéité ne pouvait être obtenue avec les amorces à fil, la sensibilité de ces dernières ne pouvait, en effet, être assez uniforme pour que les divers fils d'un même circuit fussent portés en même temps à un égal degré d'incandescence. Il aurait fallu, à cette fin, que l'exploseur employé produisît un flux d'électricité assez abondant dans un temps extrêmement court pour que les écarts de sensibilité fussent sans influence. Un dynamo fonctionnant au début en court-circuit peut à la rigueur produire ce résultat ; quand le champ magnétique des électro-aimants inducteurs est devenu assez puissant, on rompt le court-circuit et on lance le courant dans le circuit des amorces. Cette opération, dans les appareils primitifs, est exécutée

par l'ouvrier chargé de la manœuvre de l'exploseur ; il peut l'exécuter trop tôt et il compromet alors la réussite du tirage. C'est pour cette raison que les amorces à fil réclamaient la disposition du circuit par le mode dit « en dérivation ».

Pour utiliser la disposition en série, absolument indispensable pour obtenir la simultanéité rigoureuse du tir multiple prescrite dans les mines à grisou de la deuxième et de la troisième catégories, il fallait donc, avec les amorces à fil, imaginer un appareil dont le fonctionnement se fît automatiquement quand le courant peut atteindre d'emblée une intensité suffisante pour rougir instantanément la série des fils.

MM. Manet frères, constructeurs-électriciens à Paris, me paraissent avoir réalisé ce *desideratum* de la façon la plus ingénieuse, et leur exploseur figurait à l'Exposition universelle ; il repose sur une conception absolument originale, que l'on ne retrouve dans aucun appareil similaire. Les moindres détails sont, en outre, fort bien étudiés et exécutés.

Je décrirai, dans ce qui suivra, l'exploseur et les amorces, et je terminerai par quelques considérations pratiques.

1° Exploseur.

Le principe de l'exploseur Manet est : 1° de communiquer aux pièces mobiles de cet appareil une vitesse progressivement croissante jusqu'à atteindre un maximum que l'on règle à volonté, et alors qu'il n'existe que des résistances mécaniques, l'appareil fonctionnant à circuit électrique ouvert ; 2° de faire restituer toute la force vive emmagasinée dans la marche à vide sous forme d'énergie électrique, au moment où la vitesse limite est atteinte. De cette façon, le courant électrique gagne, pour ainsi dire instantanément, son intensité maxima et le mouvement de rotation cesse par suite de la résistance électro-magnétique qui se développe alors.

Le courant est produit par une dynamo composée de deux anneaux ou induits du genre Gramme, montés sur un même arbre ; ces deux induits tournent entre des pièces polaires communes : le premier a est à fils fins et le second à fils plus gros a'.

L'induit a fournit le courant destiné à porter les fils des amorces à l'incandescence. Au début, il produit un courant servant à mettre en action une sonnerie trembleuse établie sur le circuit des amorces, ce qui

permet de vérifier s'il n'existe aucune solution de continuité dans celui-ci. Ce courant est très faible : il est dû à l'influence du magnétisme rémanent seul des pièces polaires des électro-aimants ; il ne peut, en aucun cas, produire l'explosion des mines. La vitesse du système allant en augmentant, la sonnerie est mise promptement hors circuit ; puis, quand elle a atteint le maximum déterminé par le réglage de l'appareil, l'induit *a'* fonctionne en court-circuit et donne lieu à la production d'un champ magnétique puissant. L'induit *a* rentre au même moment dans le circuit extérieur et, sous l'influence du champ magnétique produit par l'induit *a'*, il donne naissance à un courant de grande intensité, à un flux, pour ainsi dire, d'électricité provoquant l'incandescence des fils d'amorce presque instantanément.

La rupture et la fermeture des circuits sont déterminées par un appareil nommé *conjoncteur automatique* et consistant en deux boules qui s'écartent progressivement sous l'influence de la force centrifuge et produisent par ce fait le déplacement d'un manchon sur l'arbre moteur ; ce manchon commande un levier portant des ressorts qui viennent s'appliquer sur des bornes auxquelles aboutissent des conducteurs intérieurs de courants. Au repos, ces bornes permettent d'obtenir le circuit constitué par l'induit *a*, la sonnerie et les amorces. Quand le premier contact est rompu, il n'existe plus aucun circuit fermé ; quand la vitesse maxima est atteinte, les nouveaux contacts établissent les deux circuits suivants :

1° L'induit *a*, les conducteurs extérieurs et les amorces ;

2° L'induit *a'* et les électro-aimants inducteurs.

Le mouvement de rotation des pièces mobiles est obtenu à l'aide d'une manivelle commandant une roue dentée et la vitesse est amplifiée à l'aide d'engrenages ; elle atteint deux mille tours par minute.

Les bobines induites ont un diamètre de 80 millimètres et une longueur de 28 millimètres chacune ; elles sont divisées en soixante sections, composées d'un nombre restreint de spires chacune, de manière à rendre aussi nulle que possible la production des étincelles aux balais.

Les fils de la bobine *a* ont un diamètre de 3/10 de millimètre ; ceux de la bobine *a'* donnant le courant d'excitation des inducteurs ont 6/10 de millimètre de diamètre. La résistance de ce dernier est de $2^{\text{ohms}},5$; celle de l'induit *a* ou des amorces est de 11 ohms.

Sous l'influence du magnétisme rémanent, la force électro-motrice

du courant de sonnerie est de 2 volts, celle du courant d'excitation est de 30 à 35 volts et l'intensité en résultant est de 5 à 6 ampères. Le courant des amorces a une force électro-motrice de 80 à 100 volts et une intensité d'un ampère; il représente une énergie électrique maxima de 100 watts ou d'environ 10 kilogrammètres; celle du courant d'excitation varie de 150 à 120 watts, soit de 15 à 21 kilogrammètres par seconde. Il est nécessaire que cette dernière soit très élevée pour produire d'emblée un champ magnétique très puissant. L'énergie utilisable dans le circuit extérieur donne la mesure de la puissance d'action de cet appareil, quand on connaît la résistance des conducteurs. Elle est considérable, eu égard aux dimensions de l'exploseur et au moyen mis en œuvre pour activer celui-ci.

Comme il a été dit précédemment, les étincelles aux balais ont été réduites à un minimum par la division extrême des induits; la self-induction des bobines partielles est alors minime et les courts-circuits qui s'établissent successivement dans chacune d'elles, par le déplacement du collecteur, ne peuvent donner lieu, à leur rupture, qu'à un extra-courant de faible tension et par suite à une étincelle imperceptible.

Mais il fallait surtout trouver un moyen de supprimer complètement les étincelles, qui tendent à se produire à la rupture du contact du levier mobile avec l'une des bornes établissant le court-circuit de l'induit *a'* avec les inducteurs, au moment où la vitesse du systeme ralentit par suite de la résistance électro-magnétique développée, ce qui tend à ramener les boules du conjoncteur automatique à leur position de repos et à déplacer le levier des connexions intérieures. Par suite du grand nombre de spires des inducteurs et de l'induit *a'* placés en série, la self-induction est considérable, l'étincelle disruptive qui se produirait au moment de l'ouverture du court-circuit serait dangereuse et nuirait, en outre, à la conservation de l'appareil, le contact serait vite détruit par les étincelles répétées. On a obvié à cet inconvénient, en maintenant, malgré le déplacement du manchon du conjoncteur, le contact du levier avec les bornes jusqu'au moment où le courant a, pour ainsi dire, cessé. A cette fin, MM. Manet font usage d'un petit *électro-aimant de retenue* monté en dérivation sur le circuit des inducteurs de la dynamo; cet électro-aimant maintient le contact du levier mobile tant qu'il y a un courant suffisant, ce qui est une question de construction et de réglage, et ne l'abandonne, en tous cas, que quand l'extra-courant, qui peut

encore se développer, est devenu insignifiant et ne donne plus qu'une étincelle inappréciable. Cet appareil a été étudié, comme on voit, par la description, pour être employé dans les mines à grisou ; par suite du mode de construction, on a cherché à atténuer, dans la mesure la plus grande, la production des étincelles. Pour assurer une plus grande sécurité encore, l'exploseur est renfermé dans une boîte hermétiquement close, en bois, et qui doit présenter une étanchéité absolue, au point de vue même du bon fonctionnement ; en effet, les pièces entrant dans la construction de cet appareil sont tellement délicates, qu'il importe de les tenir à l'abri de toute influence extérieure. L'introduction des gaz explosifs et des poussières ténues pourrait surtout se faire par le trou servant au passage de l'arbre de la manivelle de commande ; on y obvie à l'aide d'un presse-étoupes. Mais ni la boîte, ni le presse-étoupes ne suffisent seuls ; on ne peut être absolument certain de leur étanchéité, il faut encore supprimer les étincelles ou tout au moins les rendre inoffensives. On peut affirmer, que MM. Manet sont arrivés, au sujet de ce point, à un degré de perfection très avancé. Il faudrait naturellement effectuer de nombreuses expériences, que je n'ai pu faire, dans une chambre obscure et dans diverses conditions de fonctionnement, pour apprécier si la pratique confirme entièrement les prémisses tirées de l'étude théorique de cet appareil.

Dans le circuit extérieur, la sécurité est très grande : la tension peu élevée du courant, ne dépassant pas 100 volts, écarte tout danger de production d'étincelle, soit par suite de la rupture du circuit, soit par suite d'un isolement insuffisant. Cet appareil a des dimensions qui le rendent facilement transportable dans les travaux souterrains ; elles sont données par les chiffres suivants : $0^m,27 \times 0^m,21 \times 0^m,21$; il pèse environ 10 kilogrammes. Il a comme avantage de ne pas être sujet aux influences atmosphériques ; de fournir toujours un même courant, quel que soit l'opérateur, puisqu'il ne déclenche automatiquement que dans des conditions parfaitement définies ; de renseigner avant le tirage si le circuit des amorces ne présente aucune solution de continuité et de permettre ainsi d'effectuer la vérification des ligatures, avant la mise à feu. On pourrait à la rigueur même, quand le circuit comporte un grand nombre de fourneaux, en vérifier la continuité avant le bourrage et remplacer, éventuellement en temps opportun, une amorce défectueuse.

2° Amorce.

Elle consiste en un fil droit de platine de 9 millimètres de longueur et de 1/20 de millimètre de diamètre. Cette grande longueur, comparée à celle des fils des amorces ordinaires, a pour effet d'assurer une grande uniformité dans la sensibilité, point extrêmement important pour obtenir la simultanéité dans le cas du tir multiple ; plus la longueur est grande, plus les petites différences provenant de la fabrication courante, sont sans importance. Le fil de platine est monté sur un petit support en bois et est fixé à ses deux extrémités dans les fentes de deux petites vis auxquelles il est soudé ; sous les têtes de ces vis aboutissent les fils d'amenée du courant. Le tout est enfermé dans un tube en carton destiné à maintenir, au contact du fil de platine, la poudre d'amorce et à l'extrémité duquel on peut fixer éventuellement le détonateur au fulminate de mercure, quand on tire à la dynamite. Un petit bouchon ferme ce tube à mi-hauteur contre le support en bois.

A chaud, la résistance d'une amorce est de 3 ohms. La composition de la poudre d'amorce n'est pas fournie par les inventeurs, ce qui est parfaitement explicable. Il est toutefois connu, qu'elle est à base de chlorate de potasse, sans fulmi-coton ; elle détone vers 250 degrés centigrades. Ainsi qu'on peut en juger par la description qui précède, l'amorce Manet est très robuste ; il n'est pas possible qu'elle se dérange pendant le transport ou la manipulation. La construction en est très simple, ce qui a pour effet de diminuer le prix de revient et assure une grande régularité dans la fabrication.

Les amorces étant disposées en série ou en tension, ou en chaîne, comme on dit dans la pratique des mines, le nombre qu'on peut enflammer à la fois dépend de la résistance du circuit extérieur. Le tableau suivant indique ce nombre avec différentes longueurs et différentes résistances des câbles allant de l'exploseur au front de travail. Théoriquement, on pourrait admettre un plus grand nombre d'amorces, mais il convient de rester dans les limites ci-après indiquées, afin d'être certain du résultat.

NOMBRE d'amorces.	RÉSISTANCE des AMORCES à chaud. Ohms.	RÉSISTANCE LIMITE du circuit extérieur. Ohms.	DISTANCES DE L'EXPLOSEUR A LA MINE pour divers diamètres de câble en cuivre.		
			1 millimètre.	1,5 millimètre.	2 millimètres.
1	3	61	1494	3347	5947
6	18	46	1127	2524	4485
12	36	28	686	1536	2730
18	54	10	245	548	975
20	60	4	98	219	390

On peut traduire pratiquement ce tableau en disant que l'exploseur Manet permet d'enflammer vingt amorces à fil, à la distance de 100 mètres, avec un câble en cuivre d'un millimètre de diamètre; dans les travaux miniers, ce nombre d'amorces ne se rencontre jamais.

Je calculerai le temps nécessaire pour porter le fil de platine à la température de 250 degrés, en le supposant à 15 degrés centigrades. La formule à appliquer est $pcT = \alpha\ (I^2\ Rt)$, dans laquelle p est le poids du fil, c la chaleur spécifique du platine, T l'écart des températures, I l'intensité du courant, R la résistance du fil et t l'inconnue ou le temps en secondes.

$p = 0^{gr.},0037044$; $c = 0^{cal.},324$, $T = 250^o - 15^o = 235^o$

$i = 1^{amp.}$, $R = \dfrac{1^{ohm.},5 + 3^{ohm.}}{2} = 2^{ohms},25$ (résistance moyenne aux températures extrêmes).

$\alpha = 9,81 \times 0^{kgm.},425 = 4,169.$

d'où $0^{gr.},0037044 \times 0,324\ (235^o) = 4,169 \times 1^2 \times 2,25 \times t$

d'où $0,390 = 10,55\ t$

et $t = \dfrac{0.39}{10,55} = 0^s,037 = \dfrac{1}{25}$ seconde environ.

L'inflammation doit donc se produire en moins d'un vingt-cinquième de seconde. En pratique ce temps doit être plus considérable, par suite de la perte de courant par la poudre d'amorce et par la transmission de la chaleur du fil à la poudre qui se trouve au contact immédiat. En tous cas, le temps est extrêmement minime par suite de la grande intensité du courant, ce qui établit la possibilité théorique de la déflagration

simultanée d'un grand nombre d'amorces à fil disposées en série. Il appartient à la pratique prolongée du système de renseigner si cette condition est, en fait, rigoureusement obtenue.

3° Considérations diverses.

La Commission française des explosifs a condamné systématiquement les amorces électriques de tension, comme présentant du danger dans les mines grisouteuses. Sans aller aussi loin, la Commission belge, chargée de l'étude des applications de l'électricité dans les mines, a jugé qu'elles devaient donner lieu à des mesures diverses en vue d'assurer l'innocuité de leur emploi dans les milieux gazeux. Les amorces de tension présentent, du reste, des avantages considérables au point de vue de la facilité de fabrication, du coût peu élevé et de la simplicité des appareils destinés à les enflammer. Il n'en est pas moins intéressant de connaître les tentatives poursuivies dans la voie des applications des amorces à fil, employées jusqu'ici pour ainsi dire exclusivement dans les travaux du génie militaire. Dans le domaine des applications minières, le procédé Manet constitue un grand progrès dans l'emploi des amorces à basse tension. Ces dernières sont non seulement moins dangereuses au point de vue de la production des étincelles, elles s'accommodent également d'un isolement moins parfait des conducteurs, que les amorces à haute tension. MM. Manet démontrent l'influence minime d'un isolement imparfait par une expérience intéressante. A cette fin, ils ont construit un petit appareil composé d'un tube en verre rempli d'eau, dans lequel plongent deux fils conducteurs (représentant une certaine longueur de câble) complètement nus. Malgré l'énorme dérivation produite par cette disposition, l'exploseur Manet permet encore de faire rougir un fil de platine de 1/20 millimètre de diamètre et de 12 centimètres de longueur, valant 13 amorces, par conséquent.

Un inconvénient sérieux des amorces à fil, dans une exploitation minière, est leur prix relativement élevé. Bien que l'amorce Manet coûte moins que ses devancières, il est à désirer que, sous ce rapport, il y ait, par suite d'une fabrication courante, une grande réduction de prix. En effet, l'amorce pour poudre ordinaire avec câble double de $0^{mm},4$ de diamètre et de 1 mètre de longueur est vendue fr. 0,255, prise à l'usine à Paris, soit le double de l'amorce Scola à étincelle, à laquelle on reproche

déjà de coûter beaucoup plus que la mèche de Bickford. Cet inconvénient est d'autant plus sensible que l'explosif employé a moins de valeur, comme c'est le cas pour la plupart des poudres lentes; dans ce cas, l'amorçage pourrait devenir aussi coûteux que la charge. Quand il s'agit d'explosifs à base de nitroglycérine employés dans des terrains humides, dans lesquels la mèche en gutta est indispensable, l'écart dans les dépenses relatives devient beaucoup moins sensible. Du reste, la sécurité qu'apporte le tirage par l'électricité compense largement l'excédent de la dépense; d'un autre côté, les pertes de temps succédant aux ratés sont complètement supprimées, d'où une économie indirecte. En comparant deux procédés, le plus économique n'est pas celui dans lequel l'amorçage est le moins coûteux, mais celui dans lequel les ratés seront le plus rares. Sous ce rapport et examiné au point de vue théorique, le procédé Manet paraît devoir donner des résultats très satisfaisants.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.

III. — Police des mines. — Article 81 de l'arrêté royal du 28 avril 1884. — Secours aux blessés. — Circulaire à MM. les Directeurs divisionnaires des mines.

Bruxelles, le 12 novembre 1890.

Monsieur le Directeur divisionnaire,

Aux termes de l'article 81 du règlement général de la police des mines, « les exploitants sont tenus de pourvoir leurs établissements, des médicaments et des moyens de secours immédiats pour les blessés, en se conformant aux instructions qui leur seront données par le Ministre ».

Cet article implique, outre un service chirurgical bien organisé, l'existence à chaque établissement d'un local convenablement aménagé et pourvu de tout ce qui est nécessaire pour les premiers soins à donner aux blessés. Il implique aussi la disposition de moyens commodes de transporter ces victimes d'accidents tant à l'intérieur des travaux qu'à la surface.

Le décret du 3 janvier 1813 renfermait une prescription analogue, qui fut l'objet d'une instruction ministérielle. Mais celle-ci a vieilli en présence des progrès de la science et de la transformation de l'industrie. D'où l'opportunité d'une nouvelle instruction.

En ce qui concerne le transport des blessés à l'intérieur des travaux, les appareils en usage sont généralement restés fort primitifs.

La planche ou la claie sur laquelle est parfois étendu et maintenu le patient pendant sa translation hors des chantiers d'abatage à passages

exigus et le wagonnet de mine que l'on garnit de fascines, de paille ou de couvertures, constituent les appareils ordinairement employés.

D'heureuses tentatives ont été faites pour les améliorer. Ainsi, il m'est signalé des exploitations où l'on se sert de civières-hamacs ou de fauteuils roulants articulés.

Vous voudrez bien, Monsieur le Directeur divisionnaire, appeler l'attention de MM. les ingénieurs sous vos ordres et de MM. les exploitants de votre circonscription sur les améliorations rationnelles et pratiques qu'il importerait d'apporter aux modes de translation des blessés. Nul doute que l'on ne puisse fructueusement s'inspirer à cette fin de quelques dispositifs décrits dans les ouvrages spéciaux (1).

Quant au transport des blessés à la surface, il existe aujourd'hui de nombreux types perfectionnés d'appareils, depuis le brancard-civière jusqu'à la voiture.

Afin de faciliter le transport des blessés au fond des mines dans des conditions qui n'aggravent pas leur état et ne compromettent pas leur guérison, un honorable praticien du bassin de Charleroy, M. le docteur Gallez, a préconisé une organisation de secours immédiats. Cette organisation est exposée dans le Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique, 3e série, tome XIII. Elle consiste essentiellement à mettre des ouvriers choisis avec discernement parmi les plus intelligents et les plus adroits, en mesure d'appliquer un premier pansement au blessé sur le lieu même de l'accident, de manière que les membres contusionnés ou fracturés soient maintenus en position convenable pendan la translation du patient à la surface.

Voici, extraites de la publication précitée, les dispositions générales que comporte l'application du système :

« 1° Un local convenable, aménagé dans chaque charbonnage, renfermera, outre les meubles nécessaires, ainsi que des vêtements de rechange :

« a) Une *armoire de secours* disposée comme un corps de bibliothèque, divisée en rayons et en compartiments pour contenir d'une façon méthodique les appareils provisoires pour fractures, les pièces

(1) Parmi ces ouvrages on peut citer le *Cours de l'exploitation des mines* de M. Haton de la Goupillière, *The mining institute of scolland Transaction*, tome VII, et la toute récente notice *Moyens de secours et de transport des blessés dans les mines*, par M. Georges Arnould, ingénieur aux charbonnages du Levant du Flénu, *Annales des ravaux publics*, tome XLVII.

nécessaires pour les pansements des plaies et les engins que réclament les secours aux asphyxiés.

« Chacun de ces objets est désigné par une étiquette bien lisible appliquée sur la tranche de la planche de soutien et casé dans un compartiment qui lui est propre. D'un simple coup d'œil, on peut ainsi s'assurer que rien ne manque à la collection.

« *b*) Une *boîte de secours* plus spécialement destinée aux objets nécessaires aux ouvriers atteints de plaies ou des complications de celles-ci.

« 2° Cette boîte de secours, qui trouve également sa place dans l'armoire, devra se trouver en double dans chaque charbonnage, afin qu'il en soit conservé une dans l'intérieur même des travaux, enveloppée de façon à la garantir de l'humidité.

« 3° En cas d'accident survenu dans l'intérieur des travaux, lorsque la boîte de secours ne suffira pas pour les soins réclamés par la nature de la blessure, les objets ou appareils de l'armoire de secours, non susceptibles d'être conservés au fond sans risque d'altération, seront descendus pour être appliqués avant tout transport du blessé.

« 4° Une liste de tous les objets que doit renfermer le local-infirmerie sera dressée et affichée dans le dit local. La direction veillera à ce qu'ils s'y trouvent toujours au complet.

« 5° Des personnes choisies parmi les employés, mais surtout dans le personnel de chaque brigade de travail et que la nature de leurs fonctions rendent les témoins forcés des accidents, auront la mission d'administrer, seules ou avec l'aide d'ouvriers qu'elles désigneront, les premiers soins aux victimes.

« 6° Pour mettre ces personnes en mesure de remplir convenablement leur mission, il leur sera donné, deux ou trois fois l'an, par les chirurgiens attachés au charbonnage, des conférences sur les premiers soins à donner aux blessés.

« L'armoire et la boîte de secours, ainsi que la table d'opérations que doit renfermer le local-infirmerie serviront pendant ces conférences aux exercices pratiques.

« 7° Un manuel, reproduisant par son texte et ses gravures y intercalées la substance de cet enseignement, sera distribué aux personnes *secouristes*.

« En outre, un résumé, sous forme de tableau synoptique indiquant les soins que réclame chaque espèce d'accidents, sera affiché dans le local-infirmerie.

L'Académie royale de médecine, consultée par mon honorable prédécesseur sur la valeur du manuel de M. le docteur Gallez : *Premiers secours aux ouvriers houilleurs blessés*, opuscule détaillant l'organisation en vue et répondant notamment au n° 7 des dispositions reproduites ci-dessus, émet une appréciation très favorable sur ce travail (1) tout en exprimant quelques réserves au sujet de l'intervention des ouvriers dits *secouristes*, dans le cas de fractures d'os et deluxations (2). Suivant ce corps savant, mieux vaudrait alors, en règle générale, attendre l'arrivée du médecin.

Il appartiendra au médecin conférencier et instructeur de l'établissement de faire la juste part de ces réserves en envisageant que dans la pratique des mines, on ne peut guère attendre, pour la très grande généralité des cas, la venue du chirurgien à l'intérieur des travaux.

Dans ses conclusions, l'Académie royale de médecine demande que les ingénieurs des mines portent leur attention sur « l'observance stricte des mesures légales qui ont pour objet les secours immédiats à donner aux mineurs blessés; ils ont à veiller notamment à ce que, à chaque siège de travail, il se trouve un local convenable pour recevoir le blessé et que ce local soit muni de tout ce qu'il faut pour les pansements à effectuer : linge, éponges, ouate fine, carton, amidon, alcool à 20°, alcool camphré, perchlorure de fer liquide, amadou, éther, chloroforme, ammoniaque, laudanum, acide phénique liquide, sparadrap. »

Je crois inutile d'insister sur l'utilité de l'intervention des ingénieurs des mines en une matière dont l'importance m'a été signalée par l'admi-

(1) Voir le Bulletin de l'Académie royale de Belgique; III° série, tome XX, pages 78 à 89.

(2) Voici comment s'exprime à ce sujet l'honorable rapporteur, M. le docteur Barella :

« Quant aux plaies des os ou fractures, nous estimons que, en règle générale, il vaut mieux que les personnes présentes attendent la venue du médecin. Il en est de même pour les luxations.

« En effet, pour les fractures, les cas suivants peuvent se présenter : 1° Il s'agit d'une fracture simple, sans déplacement des fragments. Dans ce cas, une intervention maladroite peut produire un déplacement qu'on a intérêt d'éviter; 2° il s'agit de fractures simples, mais multiples, soit une fracture de jambe et une fracture de cuisse du même côté, chez le même blessé. Ici encore une intervention inopportune peut être dangereuse : une de ces fractures peut passer inaperçue; 3° la fracture peut être dans le voisinage d'une articulation et se compliquer de luxation. Encore un cas où il est bon d'attendre l'arrivée du chirurgien; 4° la fracture est avec déplacement des fragments et plaie. L'intervention d'un secoureur peut produire des désordres, élargir, sans besoin, la boutonnière faite à la peau par la sortie d'un fragment, blesser une artère ou une veine, occasionner d'autres lésions. »

nistration elle-même. Quant aux médicaments qui viennent d'être énumérés, vous remarquerez, en consultant le manuel de M. le docteur Gallez que plusieurs sont déjà compris dans ceux dont doit être pourvue l'armoire prévue au n° 1 des dispositions générales (1).

L'Académie royale de médecine demande aussi que chaque établissement soit « tenu d'avoir à sa disposition quelques lits de fer à roulettes, avec literies complètes, composées d'une paillasse, d'un matelas de varech, d'une paire de draps de lit, d'une toile gommée, de deux couvertures en coton ou en laine ».

Elle réclame, en outre, une voiture de transport pour les blessés « construite de façon à ce que le blessé, pansé et déposé dans un de ces lits, soit soustrait aux cahots ».

Enfin, ajoute le rapport, « il y a lieu de conseiller aux établissements de faire l'acquisition d'un *lit mécanique* pour les blessés et les paralysés ».

Ce sont là, Monsieur le Directeur divisionnaire, autant d'excellentes indications.

Relativement au matériel de transport des blessés, il ne me paraît point utile d'imposer des types de civières et de voitures, appareils qui sont certainement perfectibles et qui, d'ailleurs, ne sont pas tous suffisamment connus. — MM. les ingénieurs se feront un devoir de me signaler les meilleurs types et d'en être les propagateurs.

La compétence spéciale des docteurs des établissements miniers du pays et celle des directeurs et des ingénieurs pourront aussi concourir aux améliorations à apporter à ce matériel. D'autre part, des manuels nouveaux peuvent marquer des progrès sur celui de M. le docteur Gallez et être utilement consultés.

Aussi, ne peut-il s'agir ici d'une instruction *ne varietur*, d'autant plus que les conditions pour assurer des secours efficaces aux blessés peuvent n'être pas les mêmes dans les diverses exploitations du pays. Tel établissement isolé devra être plus abondamment pourvu de médicaments que tel autre établi dans une localité populeuse possédant des pharmacies bien fournies.

Evidemment, lorsqu'il s'agira de simples travaux passagers, l'administration ne pourra réclamer tout ce qu'elle serait en droit d'exiger pour un établissement permanent.

(1) Des exemplaires de ce manuel ont été adressés aux directeurs divisionnaires des mines ainsi qu'aux ingénieurs en chef-directeurs d'arrondissement par dépêche du 14 janvier 1887.

Quant au corps médical des divers établissements miniers, il devra être suffisant pour assurer la prompte intervention du chirurgien auprès du blessé.

Vous voudrez bien, Monsieur le Directeur divisionnaire, vous assurer par vos ingénieurs, lors de chaque constatation d'accident, si cette intervention n'a pas été tardive. Le cas échéant, vous présenterez vos observations à la direction de la mine, en invoquant — si besoin il y avait — l'exécution de l'article 81 du règlement général de police.

Mais je suis persuadé qu'une heureuse émulation se produira chez nos exploitants qui, tous, sauront assurer d'eux-mêmes, plus efficacement encore que précédemment, les secours chirurgicaux dus aux victimes du travail.

Je vous prie, Monsieur le Directeur divisionnaire, de communiquer la présente circulaire aux associations minières, à MM. les exploitants de votre circonscription ainsi qu'à MM. les ingénieurs sous vos ordres.

Le Ministre de l'agriculture,
de l'industrie et des travaux publics,
LÉON DE BRUYN.

JAUGEAGES DE LA MEUSE LIMBOURGEOISE

ÉTUDES

SUR LE

MOUVEMENT DE L'EAU EN LIT DE RIVIÈRE

PAR

M. PIERROT,

INGÉNIEUR PRINCIPAL DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Les opérations ont été conduites de manière non seulement à faire connaître les débits, mais encore à pouvoir utiliser les résultats obtenus à l'étude des lois qui régissent le mouvement de l'eau dans une rivière telle que la Meuse.

JAUGEAGES.

Choix d'une section de rivière. — De l'examen de la partie limbourgeoise du fleuve, il est résulté que la seule section qui se prêtait à des observations de l'espèce, était celle comprise entre Meeswyck-Steyn et Stockheim-Obbicht; elle seule satisfait, autant que possible, aux conditions qu'exige une étude de cette nature.

D'abord, le lit majeur est bien limité; sur la rive droite, par le terrain naturel, fort élevé, qui, entre Urmond et Berg, forme une véritable falaise; sur la rive gauche, par une digue insubmersible. Il est vrai que, lors des opérations, une partie de cette digue n'existait pas,

ayant été construite seulement en 1888; mais cette circonstance n'a exercé aucune influence sur les débits, car, par de fortes eaux, on a toujours jaugé entre la falaise et la digue insubmersible, dans un des profils A ou B, figure 1, pl. XI. Comme le déversoir couvert par cette digue nouvelle avait son seuil très élevé, il n'a livré passage, aux plus hautes eaux de jaugeage, qu'à un volume d'eau relativement minime et le régime de la rivière n'en a guère été troublé. Sous ce rapport, il n'en eut plus été de même si la crue de la rivière avait atteint des proportions sensiblement plus fortes.

Grâce à ce lit limité, on n'a pas eu à jauger des courants secondaires latéraux, travail quelquefois fort long, très délicat et qui, s'il n'est pas bien fait, peut compromettre l'exactitude des résultats; de plus, ces courants secondaires rendent difficile, sinon impossible, la recherche des lois du mouvement.

Ensuite, cette partie de rivière ne présente pas de coude prononcé, ni de variation brusque de section, soit en plan, soit en profil; on n'a donc pas eu à craindre que de forts mouvements tourbillonnaires, propres à des variations de l'espèce, viennent augmenter les difficultés du problème à résoudre. A première vue, on serait tenté de croire que quelques irrégularités du lit, assez graves en apparence, ne puissent troubler, d'une manière sérieuse, le régime du fleuve. Ce sont, sur la rive gauche, des saillies dans le tracé de la digue et, sur la rive droite, des épis et des jetées longitudinales. Or, comme, au droit de ces saillies, la revanche de la digue sur la berge est faible, la vitesse de l'eau n'y est pas grande et les perturbations résultant de ces rétrécissements et de ces élargissements sont peu importantes. Quant aux ouvrages de la rive droite, ils ont leur plate-forme en prolongement de la berge et, grâce aux alluvions qui se sont produites, ils n'exercent pas

une action perturbatrice appréciable sur le mouvement de l'eau.

Enfin, la section de rivière, sans être trop longue, l'est assez pour qu'à l'aide des cotes, lues à des échelles hydrométriques ordinaires, on puisse établir les pentes de superficie, sans commettre une erreur relative incompatible avec la précision à atteindre.

Lever. — La section de rivière étant choisie, il a été procédé avec le plus grand soin à son lever, sur une longueur de 3 kilomètres ; des profils transversaux ont été pris de 100 en 100 mètres, en donnant dans la section mouillée des coups de sonde distants entre eux de 2 mètres.

Echelles hydrométriques et cotes d'eau. — A chacune des extrémités de cette section de rivière, il a été placé une échelle hydrométrique provisoire, dont la cote a été lue au commencement et à la fin de chaque jaugeage. Dans le profil moyen, et éventuellement dans le profil d'opération, la flottaison a été relevée, aux mêmes instants, à l'aide du niveau. Ce sont les moyennes de ces cotes qui ont été adoptées pour cotes du jour. En eaux basses, on a, de plus, par repérage et nivellement, établi les cotes d'eau dans chacun des trente-et-un profils ; il eut été à désirer qu'en hautes eaux on eût pu faire de même, mais c'était impossible, les journées étant trop courtes et le personnel disponible trop peu nombreux.

Moulinet hydrométrique. — L'instrument mis à ma disposition pour mesurer les vitesses était le moulinet à signal électrique d'Amsler-Laffon, qui figure à la planche XI, fig. 3, et dont voici une description sommaire (1) :

(1) Les ingénieurs qui désireraient connaître cet instrument de plus près, pourront réclamer une brochure descriptive au constructeur, à Schaffhouse, brochure qui a été traduite par moi de l'allemand en français.

Quatre ailettes hélicoïdales, pleines, montées sur un axe portant un pas de vis, reçoivent le choc de l'eau; en face du pas de vis, se trouve un compteur à deux roues, l'une accusant les unités de tour et l'autre les centaines.

L'instrument est disposé de manière à pouvoir être employé soit à de faibles, soit à de grandes profondeurs.

Lorsque le premier cas se présente, on monte le moulinet sur un bâton; le cadre portant le compteur forme levier, dont l'extrémité appuie, sous l'action d'un ressort, contre une roue dentée: contre les dents en état de désembrayage, dans les creux en état d'embrayage. Un crochet fait mouvoir cette roue; il est commandé par une ficelle que l'observateur tient à la main.

Le moulinet étant en place, désembrayé, l'observateur n'a qu'à tirer la ficelle au commencement et à la fin du temps qu'il s'est fixé pour l'expérience. Le nombre de tours fait est fourni par la différence des indications du compteur, avant et après son immersion.

Pour opérer en eaux profondes, le compteur, qui reste constamment embrayé, est placé dans un circuit électrique, passant sur la barquette qui porte l'opérateur. Un piton, fixé sur la roue des unités, appuie, pendant quelques tours d'axe, contre un ressort, qui établit le courant, lequel fait fonctionner une sonnerie électrique, installée sur la barque. L'observateur annote l'heure du commencement ou de la fin de la sonnerie; le mieux l'heure de la fin, car, son attention ayant été éveillée par le bruit, il n'aura à suivre les aiguilles du chronomètre que pendant quelques instants. Les différences des heures successives seront les durées des centaines de tours du moulinet.

L'instrument est suspendu, à la cardan, à un fil de

fer galvanisé, de $0^{m},004$ de diamètre, qui, passant sur une poulie de renvoi fixée sur l'avant-pont de la barquette, va s'enrouler sur un treuil à cadran. L'aiguille de celui-ci est mise sur zéro au moment où l'instrument touche l'eau ; dès lors, l'aiguille marque les profondeurs auxquelles se trouvera la partie inférieure de l'hydromètre. Le fil de fer s'étant usé fort rapidement, il a été remplacé par un fil de cuivre de même diamètre, qui n'a guère résisté mieux. Il a fallu recourir à un petit câble de $0^{m},01$ de diamètre, dont l'âme, en chanvre, était entourée de torons en fil de cuivre. Ce câble a très bien fonctionné et ne s'est jamais rompu ; le seul inconvénient qu'il présente, c'est qu'à cause de son diamètre on ne peut plus se servir du cadran du treuil pour lire les profondeurs, et que celles-ci doivent être déduites des longueurs de câble déroulées ; à cet effet, celui-ci porte, de $0^{m},50$ en $0^{m},50$, des marques voyantes ; les longueurs intermédiaires doivent être mesurées directement.

Une lentille, en fonte, pesant environ 40 kilogrammes, sert à tendre le fil de suspension et à lui assurer, autant que possible, une position verticale. Sur la Meuse, ce poids tendeur a été reconnu insuffisant et, à l'aide de disques de plomb, il a été augmenté pour atteindre, en hautes eaux, 120 kilogrammes.

La lentille porte à sa partie inférieure, à frottement, une touche à disque ; lorsque celui-ci vient en contact avec le fond de la rivière la touche s'enfonce dans la lentille, un ressort est comprimé, le courant électrique s'établit et la sonnerie est mise en mouvement. Cette sonnerie se distingue, par sa continuité, de celle propre au moulinet, laquelle n'est que de très faible durée.

Barque de jaugeage. — Le dispositif qui a été adopté, représenté par la figure 4, planche XI, est le même que celui employé par Brunings, déjà en 1789, pour le jau-

geage du Rhin et de ses embranchements : le Waal, le Rhin Inférieur et l'Yssel. Le dessin de la barque est assez explicite pour qu'une description soit superflue.

L'avant-pont a pour but de soustraire le moulinet aux agitations qui se produisent à proximité de la barque, et qui pourraient fausser les indications de l'hydromètre.

La cabine sert d'abri à l'opérateur, à ses instruments et à ses registres.

A bord de la barque doivent se trouver, outre le personnel nécessaire de mariniers et d'aides, variable avec la hauteur des eaux, tous les agrès qu'exigent les opérations et les manœuvres.

Marche des opérations. — Le profil de jaugeage choisi, on le fixe sur le terrain à l'aide de solides piquets, placés aux extrémités et dont la distance est déterminée, très exactement, par triangulation. Par ces piquets, on fait passer des perpendiculaires au profil, de longueurs égales et connues, dont le sommet est marqué par un autre piquet. Au moment de travailler, on place à ces quatre piquets de grands jalons, de 5 à 6 mètres de longueur, garnis, le jour, d'un fanion et, la nuit, d'un feu bien clair.

La barque est affourchée sur deux ancres, qui doivent être immergées suffisamment en amont pour qu'en pivotant l'embarcation puisse passer d'une rive à l'autre ; on opère ces déplacements transversaux en filant ou en serrant le grelin d'une empenelle, fixée sur une des rives ; en très fortes eaux, on place une empenelle sur chaque rive (fig. 5, planche XI).

Le nombre de verticales, sur lesquelles on doit mesurer les vitesses, dépend du temps dont on dispose et de la largeur de la rivière. On doit avoir soin de rapprocher les verticales dans les grandes profondeurs, par lesquelles passe le plus d'eau, tant à cause de la

grande section d'écoulement que des grandes vitesses qui y règnent. Une erreur qui y serait commise, exercerait sur le résultat du jaugeage une influence plus grande que la même erreur, se produisant en une partie du profil peu profonde, où les vitesses sont relativement faibles.

A l'aide du sextant, l'observateur se met en alignement ; la somme des trois angles que sa position fait avec les quatre jalons est égale à deux droits, lorsqu'il se trouve dans le profil.

Tant que la barque se trouve près d'une rive, la distance à un point fixe est relevée à l'aide d'un rouleau métallique ; lorsqu'elle se trouve à une certaine distance du bord, ce mesurage devient défectueux et alors on calcule trigonométriquement la distance, à l'aide des angles fournis par le sextant et de la longueur des perpendiculaires de rive.

Se trouvant dans le profil et ayant annoté les angles relevés, l'observateur fait descendre le moulinet jusqu'à ce que la touche vienne en contact successivement avec l'eau et le fond du lit ; la longueur de câble déroulée entre ces deux positions donne la profondeur de la rivière. Relevant ensuite l'instrument de $0^m,20$ à $0^m,30$, on procède à un premier mesurage de vitesse ; les suivants se font à des intervalles égaux, le dernier à $0^m,20$ ou $0^m,30$ sous flottaison ; le moulinet ne fonctionne régulièrement que s'il est couvert d'une nappe d'eau de cette épaisseur.

On doit attendre en chaque point que plusieurs centaines de tours de l'axe aient eu lieu, avant de marquer les heures des sonneries ; de cette manière, on est à peu près certain que le moulinet a contracté un mouvement, qu'avec d'autres ingénieurs j'appellerai uniforme, quoiqu'il ne le soit pas, celui de l'eau ne l'étant pas, ainsi que nous le verrons plus loin. Sur la Meuse

Limbourgeoise, l'observateur annotait les heures pour sept centaines successives de tours ; en cas de grande concordance entre leurs durées, ce nombre était réduit d'une ou de deux unités et, en cas de discordance marquante, il était augmenté d'une ou de deux unités. C'est la moyenne de ces durées qui a servi au calcul des vitesses.

Vitesse des filets liquides. — Lorsque le moulinet, plongé dans un courant à vitesse uniforme et constante, est animé lui-même d'un mouvement uniforme, son équilibre dynamique peut être exprimé par l'équation

$$V^2 - \beta NV + \gamma N^2 = \delta, \qquad (1)$$

dans laquelle V représente la vitesse du courant,

N, le nombre de tours que fait l'axe du moulinet, par unité de temps ;

β, γ et δ sont des constantes, propres à chaque instrument.

La valeur de V, fournie par cette équation, est trop compliquée pour pouvoir être employée en pratique.

On obtient une expression plus simple, suffisamment exacte, en faisant, lors de la mise en équation, quelques hypothèses restrictives qui simplifient le problème.

On obtient ainsi pour V la valeur

$$V = a + bN, \qquad (2)$$

a et b étant des constantes à déterminer.

L'hydromètre Amsler-Laffon ne donne pas le nombre des tours, N, mais bien la durée, t, de cent tours ; on a donc $N = \frac{100}{t}$ et l'équation (2) s'écrit :

$$V = a + b\,\frac{100}{t}.$$

(1) Voir Bresse. *Hydraulique*, p. 419.

Tarage du moulinet. — Cette opération, qui a pour but la détermination des constantes *a* et *b*, a été faite dans le deuxième bief du Canal de Hasselt, où la vitesse de l'eau est nulle et où, certains jours de la semaine, la navigation est également nulle ou bien insignifiante.

Le moulinet, plongeant de $0^m,50$, était suspendu à l'extrémité d'un madrier, formant avant-pont à une barquette, convenablement lestée, halée à des vitesses uniformes, de $0^m,50$, $0^m,75$, $1^m,00$, $1^m,50$ et $2^m,00$ par seconde. On faisait franchir à la barquette, animée de ces vitesses uniformes, une longueur connue, fixée sur les rives, en embrayant et en désembrayant le compteur aux deux extrémités de la section du canal ; on annotait chaque fois la durée du passage ainsi que le nombre de tours qu'accusait le compteur.

L'expérience, à chacune des vitesses réalisées, a été répétée un grand nombre de fois ; les cinq séries de valeurs trouvées pour N et V ont servi à calculer, par la méthode des moindres carrés, les valeurs de a et de b de l'équation (2).

Les équations relatives aux deux moulinets qui ont été en service sont :

pour le n° 54, $V = 0^m,03386 + 0^m,2365\,N$;
et pour le n° 70, $V = 0^m,0308 + 0^m,2438\,N$.

Courbes des vitesses. — A l'aide de ces formules, on déduit, des observations faites au moulinet, les vitesses des différents points d'une verticale ; sur cette verticale, comme axe des abscisses, on porte en ordonnées les vitesses, et par leur extrémité on fait passer une courbe continue, qu'on prolonge, à vue, jusqu'au fond et jusqu'à la flottaison. Les vitesses de superficie, V_s, et de fond, V_f, qu'il a été impossible de mesurer directement, sont ainsi déterminées graphiquement.

La surface comprise entre une verticale et sa

courbe des vitesses représente le débit de cette verticale ; elle est mesurée à l'aide du planimètre.

Le quotient du débit d'une verticale par sa hauteur donne la vitesse moyenne, V_m. Le filet à vitesse moyenne est déterminé par une opération graphique, fort simple.

Sur la flottaison, comme axe des abscisses, on porte, au droit des verticales, la vitesse de superficie, la vitesse moyenne et la vitesse de fond correspondantes et on joint leurs extrémités par une courbe continue ; ces courbes représentent les lois suivant lesquelles varient ces différentes vitesses. Quelquefois on joint également par une courbe continue les points des verticales animés de la vitesse moyenne.

Toutes ces courbes passent par les extrémités de la ligne de flottaison.

Le débit, *D*, est égal à la somme des débits d'une série de tranches d'égale largeur, 2 mètres dans le cas actuel, dans lesquelles on a partagé la section transversale ; le débit de chaque tranche est égal au produit de sa surface par la vitesse moyenne correspondant à son milieu ; cette vitesse moyenne est fournie par l'épure qui a été construite comme il est dit ci-dessus. Le quotient du débit, *D*, par la section d'écoulement, *S*, donne la vitesse moyenne, *U*.

Toutes ces opérations ont été faites pour 88 jaugeages, exécutés sur la rivière, entre les cotes $33^m,78$ et $38^m,17$, marquées dans le profil *A*. Quoique quatre jaugeages aient conduit à des débits beaucoup trop faibles par rapport aux autres, je les avais néanmoins soumis à toutes les opérations ultérieures ; mais, comme ils ont continué à apporter la perturbation dans tous les résultats généraux, j'ai dû finir par les écarter pour ne conserver que 84 jaugeages.

Comme il aurait été impossible de reproduire aux

planches toutes ces épures, je me suis borné à donner, à la planche XII, celles relatives aux jaugeages n[os] 1, 42 et 84, du tableau du paragraphe suivant. Il doit être remarqué, qu'en minute, toutes ces épures ont été construites à une échelle bien plus forte que celle adoptée ici, de sorte que les résultats renseignés atteignent un degré d'exactitude bien plus grand que ne le feraient supposer nos figures.

Débits. — Le tableau qui suit contient les résultats relatifs aux jaugeages exécutés du 14 mai 1881 au 3 janvier 1883, classés selon les cotes croissantes dans le profil moyen de la section de rivière observée.

Nos DES JAUGEAGES.	DATES.	Profil d'opération.	COTES DE LA MEUSE DANS LE PROFIL				Pente totale.	COTES DE LA MEUSE Maesband.		
			d'opération.	Amont.	Moyen.	Aval.		La veille.	Le jour même.	Le lendemain.
			m.	m.	m.	m	m.	m.	m.	m.
1	11 août 1881. . .	A	33.78	34.05	33.75	33.22	0.83	35 16	35.09	35.11
2	12 » » . . .	A	33.78	34.06	33.75	33.22	0.84	35.09	35.11	35.28
3	20 juillet » . . .	B	33.79	34.04	33.79	33.22	0.82	35.11	35 11	35.10
4	22 » » . . .	B	33.83	34.09	33.83	33.27	0.82	35.10	35.11	35.02
5	19 » » . . .	B	33.83	34.12	33.83	33.28	0.84	35.19	35.11	35.11
6	10 août » . . .	A	33.84	34.10	33.84	33.26	0.84	35.07	35.16	35.09
7	5 juillet » . . .	B	33.87	34.16	33.87	33.31	0.85	35.14	35.16	35.19
8	28 juin » . . .	B	33.99	34.36	33.99	33.44	0.92	35.21	35.26	35.21
9	18 » » . . .	B	34.00	34.32	34.00	33.46	0.86	35.28	35.28	35.18
10	15 » » . . .	B	33.99	34.30	33.99	33.43	0.87	35.37	35.28	35.29
11	17 » » . . .	B	34.00	34.31	34.00	33.46	0.85	35.29	35.28	35.28
12	16 » » . . .	B	34.00	34.31	34.00	33.45	0.86	35.28	35.29	35.28
13	13 août » . . .	A	34.00	34.30	33.97	33.45	0.85	35.11	35.28	35.92
14	10 juin » . . .	B	34.03	34.36	34.03	33.50	0.86	35.51	35.29	35.43
15	24 mai » . . .	B	34.05	34.39	34.05	33.52	0.87	35.39	35.37	35.30
16	8 septembre » . . .	A	34.10	34.42	34.07	33.53	0.89	35.37	35.30	35.32
17	4 juin » . . .	B	34 12	34.50	34.12	33.57	0.93	35.47	35.35	35.28
18	9 septembre » . . .	A	34.16	34.49	34.12	33.58	0.91	35.30	35.32	38.34
19	2 juin » . . .	B	34.19	34.52	34.19	33.62	0.90	35.48	35.49	35.47
20	18 mai 1882. . .	C	34.50	34.65	34.25	33.62	1.03	35.57	35.58	35.60
21	19 » 1881. . .	B	34.28	34.63	34.28	33.62	1.01	35.45	35.44	35.38
22	17 » 1882. . .	D	34.66	34.66	34.27	33.64	1.02	35.57	35.57	35.58
23	14 » 1881. . .	B	34.31	34.66	34.31	33.67	0.99	35.46	35.48	35.53
24	19 » 1882. . .	B	34.36	34.68	34 36	33 66	0.92	35.58	35.60	35 50
25	30 » 1881. . .	B	34.39	34.76	34.39	33.79	0.97	35.73	35.78	35.54
26	7 octobre 1881. . .	A	34.48	34.83	34.45	33.98	0.85	35.77	35.70	35.68
27	13 avril 1882. . .	A	34.51	34.90	34.48	33.99	0.91	35 65	35.75	35.76
28	15 » » . . .	A	34.52	34.92	34.49	34.00	0.92	35 76	35 75	35.68
29	14 » » . . .	A	34.53	34.93	34.50	34.61	0.92	35.75	35.76	35.75
30	10 novembre 1881. . .	A	34.55	34.91	34 52	34.00	0.91	35.93	36.86	35.85
31	6 octobre » . . .	A	34.56	34.88	34.53	34.02	0.86	35.87	35.77	35.70
32	14 juillet 1882 . . .	A	34.58	34.99	34.54	33.88	1.11	35.55	35.78	35.91
33	8 avril » . . .	A	34.59	34.91	34.50	34.01	0.90	36.18	35 79	35.91
34	11 novembre 1881. . .	A	34.63	35.00	34.60	34.08	0.92	35.86	35.86	35.83
35	12 » » . . .	A	34.64	35.01	34.61	34 09	0.92	35.86	35.83	35.75
36	20 août » . . .	A	34.76	35.11	34.73	34.21	0.90	36.03	36.00	36.34
37	4 novembre » . . .	A	34.80	35 20	34.78	34.23	0.97	35.98	36.01	36.17
38	21 avril 1882. . .	B	34.80	35 20	34.80	34.14	1.02	36.21	36.08	35 80
39	17 décembre 1881. . .	A	34.82	35.20	34.80	34.34	0.86	36.11	36.11	35.98
40	16 » » . . .	A	34.85	35.21	34.82	34 33	0.88	36.19	36.11	36.11
41	22 septembre » . . .	A	34.89	35 29	34.85	34.32	0.97	35.90	35.95	38.14
42	20 avril 1882 . .	C	35.12	35.26	34.91	34.28	0.98	36.21	36.21	36.08

Toutes les cotes sont rapportées au zéro d'Ostende, nivellement de l'Etat-major, zéro admis à 2^{m},15 en contre-bas du zéro d'Amsterdam, *AP*.

COTES DE LA MEUSE. Maestricht.	COTES DE LA MEUSE. Maeseyck.	Section d'écoulement, ω.	Périmètre mouillé, χ.	Rayon moyen, $\frac{\omega}{\chi}$.	Largeur de la nappe liquide, l.	Profondeur moyenne, $\frac{\omega}{l}$.	Débit par seconde, D.	Vitesse moyenne, U.
m.	m.	m2	m.	m.	m.	m.	m3	m.
44.60	27.48	140.70	88.20	1.59	87 60	1.61	58.600	0.416
44.59	27.49	140.70	88.20	1.59	87.60	1.61	61 641	0.438
44.60	27.54	157.43	74.63	2.11	73.50	2.14	56.683	0.360
44.60	27.55	160.56	76.16	2.11	75.00	2 14	58.876	0.367
44.65	27.58	160.56	76.16	2.11	75.00	2.14	60.693	0.378
44.64	27.54	146.18	90.14	1.62	89.50	1.64	67.998	0.465
44.65	27.56	163.46	77.37	2.11	76.20	2 15	63.328	0.387
44.80	27.73	171.87	80.45	2.14	79.25	2.17	78.390	0.456
44.80	27 68	173.74	81.45	2.13	80.25	2 16	80.532	0 464
44.78	27.66	171.87	80.36	2.13	79.25	2.17	82.821	0.482
44 78	27.71	173.74	81.38	2.13	80.21	2.16	81.420	0.469
44 81	27.65	173.74	81.38	2.14	80.25	2.16	82.610	0.475
44.74	27.69	160.73	94.57	1.69	93.90	1.71	85.048	0.529
44.80	27.75	176.16	82 79	2.13	81.50	2.16	86.291	0.490
44.92	27.83	177.65	83.69	2.12	82.50	2.15	91.039	0.512
44.77	27.77	164.17	98.25	1.67	97.50	1.69	98.069	0.597
44.94	27.76	183.61	84.91	2.16	83.75	2 19	101 847	0.555
44.83	27.77	175.97	99.46	1.77	98.75	1.79	105.313	0.598
44.91	28.00	189.56	87.59	2.17	86.40	2.19	108.405	0.572
45.07	28 01	154.40	94.54	1.63	93.70	1.65	132.118	0.856
45.01	27.83	196.65	90.21	2 18	88 98	2.20	116.137	0.591
45.11	27.93	121.15	101.03	1.19	100.70	1.21	126.785	1.047
44.98	27.96	200.13	90.48	2.21	89.24	2.24	120.484	0.602
45.05	27.99	201.61	89.08	2.26	87.50	2.30	135.456	0.672
45.10	28.27	207.70	93.73	2.22	92 50	2.25	137.637	0.663
45.13	28.14	210.36	108.36	1.94	107.30	1.96	148.972	0.708
45 14	28.20	213.52	109.40	1.95	108.50	1.97	169.785	0.795
45.15	28.17	214.70	109.42	1.96	108.50	1.98	176 108	0.820
45.19	28.19	215.65	109.45	1.97	108.50	1.99	175.474	0.814
45.19	28.26	217.15	109.95	1.97	108.90	1.99	167.074	0.769
45.19	28.21	217.86	109.73	1.99	108.70	2.01	166.885	0.766
45.13	28.36	220.66	111.94	1.97	111.00	1.99	191.796	0.869
45.25	28.23	221.90	111.95	1.97	111.00	1.99	185.810	0.837
45.15	28.25	225.72	113.00	1.99	112.00	2.01	178.406	0.790
45.23	28.24	227.03	113.67	1.99	112.50	2 02	179.736	0.791
45 32	28 40	240.53	118.08	2.04	117.00	2.06	198.934	0.827
45 41	28.35	245.24	118.61	2.07	117.50	2.09	211.360	0.862
45.43	28.47	246.37	102.81	2.39	101.00	2.44	208.997	0.848
45.45	28.50	248.99	120.12	2.07	119.00	2.09	211.117	0.848
45.40	28.53	251.02	120.89	2.08	119.75	2.10	218.950	0.872
45.37	28.34	256.34	122.52	2.09	121.50	2.11	225.670	0.880
45.53	28.62	212.86	97.33	2.19	96 00	2.22	224.980	1.057

Nos DES JAUGEAGES.	DATES.	Profil d'opération.	COTES DE LA MEUSE DANS LE PROFIL				Pente totale.	COTES DE LA MEUSE Maesband.		
			d'opération.	Amont.	Moyen.	Aval.		La veille.	Le jour même.	Le lendemain.
			m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
43	15 décembre 1881. . . .	A	34.91	35.28	34.88	34.37	0.91	36.21	36.19	36.11
44	5 novembre " . . .	A	34.93	35 33	34.90	34.37	0.96	36.01	36.17	36.13
45	7 avril 1882. . . .	A	34.93	35.28	34.90	34 39	0.89	36.20	36.18	35.79
46	17 septembre 1881. . . .	A	34.96	35.30	34.93	34.38	0.92	36.43	36.17	36.23
47	6 avril 1882. . . .	A	34.96	35.29	34.93	34.40	0.89	36.48	36.20	36.18
48	19 " " . . .	D	35.34	35.34	34.94	34.30	1.04	35.78	36.21	36.21
49	4 " " . . .	A	35.03	35.40	35.00	34.50	0.90	36.58	36.42	36.48
50	18 août 1881. . . .	A	35.11	35.44	35.07	34.54	0.90	35.33	36.50	36.03
51	5 avril 1882. . . .	A	35.11	35.45	35.07	34.58	0.87	36.42	36.48	36.20
52	15 septembre 1881. . . .	A	35.16	35.48	35.13	34.54	0.94	35.05	36.59	36.43
53	16 " " . . .	A	35.26	35.59	35.22	34.65	0.94	36.59	36.43	36.17
54	3 décembre " . . .	A	35.61	35.99	35.56	34.89	1.10	37.36	36.82	37.14
55	29 juillet 1882. . . .	A	35.88	36.24	35.84	35 20	1.04	37 87	37.16	36.63
56	28 septembre " . . .	A	35.93	36.32	35.89	35.33	0.99	37.73	37.17	36.76
57	2 décembre 1881. . . .	A	36.00	36.42	35.96	35.41	1.01	37.63	37.36	36.82
58	1 " " . . .	A	36.27	36.71	36.23	35.67	1.04	38.07	37.63	37.36
59	24 " " . . .	A	36.37	36 79	36.33	35 71	1.08	38.30	37.72	37.23
60	27 septembre 1882. . . .	A	36.42	36.80	36.38	35.77	1.03	38.11	37.73	37.47
61	11 novembre " . . .	A	36.53	36.97	36.49	35.83	1.14	37.75	37.84	38 12
62	28 juillet " . . .	A	36.56	36.95	36.52	35.86	1.09	38.65	37.87	37.16
63	13 novembre " . . .	A	36.70	37.14	36.66	36.02	1.12	38.12	38.00	37.94
64	14 " " . . .	A	36.73	37.18	36.69	36.04	1.14	38.00	37.94	38.82
65	26 septembre " . . .	A	36.77	37.15	36 73	36.14	1.01	38.44	38.11	37.73
66	23 décembre 1881. . . .	A	36 87	37.29	36.83	36.17	1.12	38.66	38.30	37.72
67	25 septembre 1882. . . .	A	37.05	37.49	37.01	36.43	1.06	39.12	38.44	38.11
68	4 décembre " . . .	B	37.08	37.67	37.08	36.46	1.21	38.97	38.61	38.55
69	6 " " . . .	B	37.14	37.72	37.14	36.50	1.22	38.55	38.54	38.55
70	7 " " . . .	B	37.15	37.73	37.15	36.51	1.22	38.54	38.55	38.49
71	5 " " . . .	B	37.15	37.73	37.15	35.52	1.21	38.61	38.55	38.54
72	15 novembre " . . .	A	37.29	37.77	37.25	36.63	1.14	37.94	38 82	39.24
73	22 " " . . .	B	37.31	37.74	37.29	36.60	1.14	38.81	38.72	38.93
74	21 " " . . .	B	37.35	37.77	37.34	36.63	1.14	39.11	38.81	38.73
75	3 décembre 1882. . . .	B	37.44	37.87	37.44	36.73	1.14	39.16	38.97	38.61
76	23 novembre " . . .	B	37.45	37.88	37.45	36.74	1.14	38.73	38.93	38.98
77	20 " " . . .	B	37.49	37.93	37.49	36.78	1.15	39.61	39.11	38.81
78	2 décembre " . . .	B	37.55	37.98	37.55	36.84	1.14	39.34	39.16	38.97
79	1 " " . . .	B	37.71	38.14	37.71	37.00	1.14	39.55	39.34	39.16
80	30 novembre " . . .	B	37.83	38.26	37.83	37.12	1.14	39.68	39.55	39.34
81	31 décembre " . . .	A	38.03	38.75	38.00	37.50	1.25	40.07	39.89	39.89
82	4 janvier 1883 . . .	A	38.09	38.81	38.06	37.56	1.25	40.03	39.94	39,56
83	3 " " . . .	A	38.14	38.90	38.09	37.61	1.29	40.09	40.03	39.94
84	2 " " . . .	A	38.17	38.92	38.16	37.63	1.29	37.89	40.09	40.03

COTES DE LA MEUSE.		Section d'écoulement, ω.	Périmètre mouillé, χ.	Rayon moyen, $\frac{\omega}{\chi}$.	Largeur de la nappe liquide, l.	Profondeur moyenne, $\frac{\omega}{l}$.	Débit par seconde, D.	Vitesse moyenne, U.
Maestricht.	Maeseyck.							
m.	m.	m2	m.	m.	m.	m.	m3	m.
45.50	28.62	258.86	123.69	2.09	122.75	2.11	230.230	0.889
45.51	28 61	260.86	124.73	2.09	123.75	2.11	234.085	0 897
45.50	28.58	260.96	124.79	2.09	123.75	2.11	252.372	0.967
45.48	28.68	264.83	125.54	2.11	124.50	2.13	235.993	0.891
45.47	28.65	264.75	125.54	2.11	124.50	2.13	250.247	0.945
45.43	28.66	200.37	129.60	1.54	129.00	1.55	237.579	1.186
45.57	28.89	273 47	128 63	1.84	127.50	1.86	271.745	0.994
45.74	28.98	284.50	132.55	2.15	131.50	2.17	270.888	0.952
45.64	28.71	282.50	132.58	2.13	131.50	2.15	286.503	1.014
45.74	29.06	301.30	133.98	2.25	132.75	2.27	277.542	0.921
45.72	28.75	303.73	137.95	2.20	136.80	2.22	306.447	1.009
45.95	29.32	352.21	141.94	2.48	140.75	2.50	392.462	1.114
46.25	29.67	391.62	143.93	2.72	142.60	2.75	484.616	1.237
46.15	29.69	397.92	144.26	2.75	142.90	2.78	471.916	1.186
46.33	29.78	407.78	145.34	2.81	144.00	2.83	504.103	1.236
46.55	30.03	447.86	147.34	3.04	146.00	3.07	584.768	1.306
46.60	30.13	461.44	147.46	3 13	146 00	3.16	605.136	1.311
46 70	30.15	468.42	147.44	3.18	146.00	3.21	629.019	1.343
46.82	30.17	486.14	148.59	3.27	147 25	3.30	656.449	1.350
46.78	30.38	489.67	148.76	3.29	147 60	3.32	703.772	1.437
46.95	30.37	510.87	148.76	3.43	147 25	3.47	719.165	1.408
46.90	30 28	515.53	149.98	3.44	148.60	3.48	729 678	1.411
47.02	30.50	519.88	150.83	3.45	149.25	3 49	742.138	1.428
47.05	30.69	535.46	153.26	3.49	151.50	3.53	768.265	1.435
47.35	30.85	565 23	157.13	3.59	155.50	3.63	845.170	1.495
47.45	30.95	561.09	155.73	3.60	153 75	3.65	922.039	1.643
47.45	30 84	570.63	157.01	3.63	155.00	3 68	924.698	1.620
47.40	30.82	572 15	157.01	3 64	155.00	3.69	923.229	1.614
47.45	30.79	572.36	157.43	3.63	155.50	3.68	925 783	1.617
47.81	30.83	602.26	161.51	3.72	160.00	3.77	946.630	1.572
47.65	30.97	594.09	159.43	3.73	157.50	3.78	1,013.330	1.705
47.68	31.04	600.98	160 18	3.75	158.25	3 80	1,060.132	1.764
47.85	31.19	618.06	161 69	3.83	159.75	3.87	1,127.529	1.824
47.95	30.98	617 65	162.30	3.80	160.50	3.85	1,104.565	1.788
47.85	31.34	626.12	163.34	3.83	161.75	3.88	1,044.955	1.669
48.00	31.28	635.82	163.14	3.89	161.55	3 94	1,218.375	1.916
48.10	31.44	662.56	171.00	3.87	168.95	3.92	1,336.202	2.017
48.30	31.53	683.10	173.10	3.94	171.00	3.99	1,418.581	2.077
48.51	31.71	726.95	175.87	4.13	173.50	4 19	1,673.875	2.303
48.50	31.71	737.96	175.89	4.19	173.60	4.25	1,674.397	2.269
48.62	31.75	745.65	175.90	4.24	173.60	4 30	1,702.870	2.284
48.60	31 73	750.52	175.70	4.27	173.25	4.33	1,765.626	2.353

Les cotes à l'échelle de Maesband, la plus proche du champ d'opération, ont été renseignées non seulement pour les jours de travail, mais encore pour la veille et le lendemain, afin qu'on puisse se rendre compte de l'état de la rivière, en crue, en décrue ou rivière étale.

Les sections et les périmètres mouillés ont été établis avec la plus grande exactitude possible.

En comparant entre eux le périmètre mouillé et la largeur de la nappe liquide, on constate une faible différence entre ces deux éléments ; par conséquent, on peut, en pratique, sans erreur sensible, prendre l'un de ces éléments pour l'autre, ainsi que cela se fait fréquemment. La comparaison entre le rayon moyen et la profondeur moyenne amènerait la même conclusion.

Courbes des débits. — Le tableau du paragraphe précédent fournit des débits en nombre suffisant pour que l'on puisse tracer, si l'on veut, les courbes des débits, tant pour le profil *A* de la section de rivière observée que pour Maeseyck. C'est l'expression algébrique de cette courbe qu'il est intéressant de connaître.

M. Boussinecq, dans son ouvrage : *Essais sur la théorie des eaux courantes*, donne pour expression du débit, *D*, d'une rivière, à pente de superficie constante et à profil transversal régulier,

$$D = M(H + C)^{\frac{3}{2}}; \qquad (4)$$

H est la cote de la flottaison par rapport à un point de la verticale non en contrebas des eaux les plus basses ;

M et *C* sont des constantes.

Après les avoir déterminées, par la méthode des moindres carrés, à l'aide des 84 débits, j'ai constaté que la courbe qu'exprimait l'équation ne passait que fort mal

par l'ensemble des points figurant les débits. Au dessus de la cote $37^m,25$, elle donnait des débits trop élevés et au dessous, des débits trop faibles. On doit en conclure que la formule n'est pas applicable, ce qui est très admissible, vu que les hypothèses faites par M. Boussinecq sur la forme régulière du lit et la constance de la pente de superficie ne sont pas rigoureusement réalisées.

Par tâtonnement, j'ai obtenu les deux expressions suivantes des courbes de débits ;

Au profil *A* de la section de rivière :

$$D = 0.60 + 135\,H + 18\,(H - 0.1)^2 + 3\,(H - 0.2)^3 + 2\,(H - 0.4)^4, \qquad (5)$$

l'origine des hauteurs se trouvant à la cote $33^m,78$;

A Maeseyck :

$$D = 12 + 120\,H + 10\,(H - 0.3)^2 + 2\,(H - 0.4)^3 + 2\,(H - 04)^4, \qquad (6)$$

avec origine à la cote 27 mètres.

Ces expressions sont représentées par les courbes des fig. 1 et 2 ; ces courbes traversent assez régulièrement les points figurant les débits et, par conséquent, ces modules du débit peuvent être employés entre les limites dans lesquelles ont été faits les jaugeages.

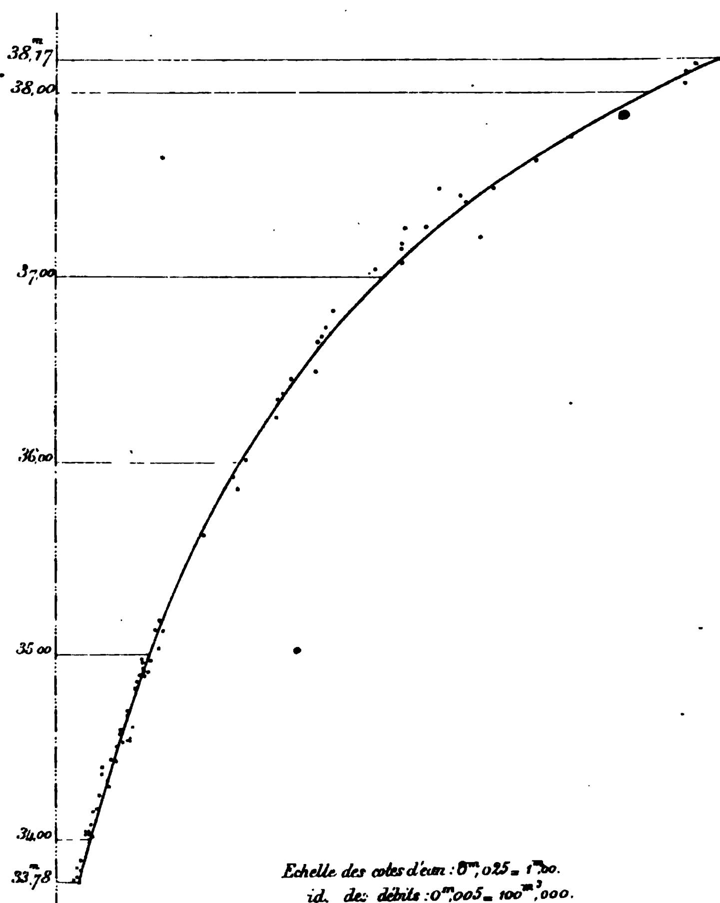


Fig. 1

Variations de la vitesse en un point quelconque. — Lorsque le moulinet se trouve en place en un point quelconque, depuis assez longtemps pour que l'on puisse supposer la permanence du mouvement réalisée,

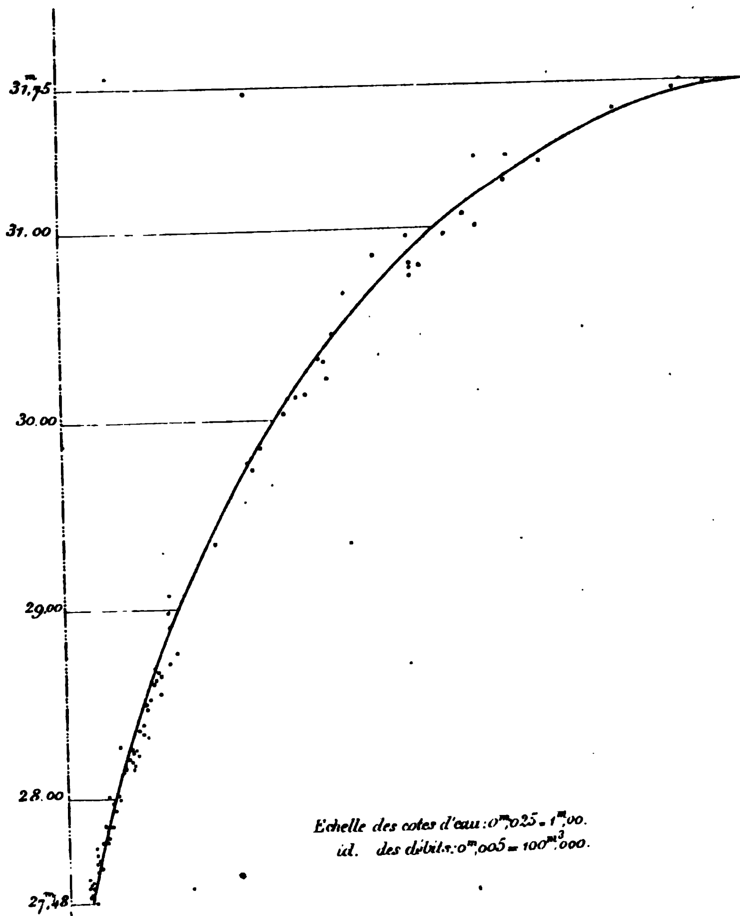


Fig. 2

et qu'on annote la durée d'une série de centaines de tours, on constate, dans le plus grand nombre de cas, que cette durée est très variable. Voici, à titre d'exemple, les résultats des observations faites en un certain nombre de points, pris au hasard.

DATE des OBSERVATIONS.	PROFIL.	Numéro de la verticale à partir de la rive gauche.	PROFONDEUR		DURÉE des CENTAINES SUCCESSIVES DE TOURS, en secondes.	Durée moyenne, en secondes.	ÉCARTS MAXIMA ABSOLUS, en secondes			ÉCART MAXIMA, en %.		
			TOTALE.	du point auquel la vitesse a été mesurée.			Positifs.	Négatifs.	TOTAUX.	Positifs.	Négatifs.	TOTAUX.
			Mètres	Mètres.								
14 mai 1881. .	B	2	3.85	2.55	35, 36, 36, 33, 31, 41, 35, 34	35.1	5.9	4.1	10	16.8	11.7	28 5
28 juin » . .	B	2	2.06	1.00	51, 58, 51, 54, 55, 53, 55. .	54.3	3.7	3.3	7	6.8	6.1	12.9
4 novembre » . .	A	5	4.20	3.10	34, 31, 30. 33, 30, 27, 29. .	30 6	3.4	3 6	7	11.1	11.8	22.9
3 décembre » . .	A	6	5.00	0.40	17, 17, 18, 17, 16, 18, 18. .	17.3	0.7	1.3	2	4.1	7.5	11.6
» » . .	A	6	5.00	3.90	21, 22, 23, 24, 23, 22, 23. .	22.6	1.4	1.6	3	6.2	7.1	13.3
7 avril 1882. .	A	8	3 00	0.30	31, 26, 24, 20. 28, 26, 29. .	26.3	4.7	6.3	11	17.9	24.0	41.8
19 mai » . .	B	1	1.14	0.80	68, 67, 65, 70, 64, 70, 61. .	66.4	3.6	5.4	9	5.4	8.1	13.6
29 juillet » . .	A	9	4 50	4.20	36, 34, 36, 33, 38, 38, 40. .	36 4	3.6	3.4	7	9.9	9.3	19.2
25 septembre » . .	A	7	5.00	1.10	15, 16, 14, 15, 16, 17, 17. .	15.7	1.3	1.7	3	8.3	10.8	19.1
20 novembre » . .	B	4	3.34	3.10	18, 18, 18, 17, 17, 16, 17, .	17.3	0.7	1.3	2	4.1	7.5	11.6
4 décembre » . .	B	5	6.30	4.90	15, 14, 16, 16, 16, 14, 15. .	15.1	0.9	1.1	2	6.0	7.3	13 2
20 avril 1881. .	C	1	2.80	0.30	20, 18, 18, 19, 19, 18, 19. .	18.6	1.4	0.6	2	7.5	3.2	10.7
2 janvier 1883. .	A	3	4.40	0.40	9, 9, 8, 9, 9, 9	8.8	0.2	0.8	1	2.3	9.1	11.4
3 » » .	A	5	7.40	3.70	11, 9, 10, 9, 10, 9, 11, 10. .	9.9	1.1	0.9	2	11.1	9.1	20.2
4 » » . .	A	3	4.30	1.60	10, 10, 11, 10, 9, 10, 10 . .	10 0	1.0	1.0	2	10.0	10.0	20.0

Si de pareilles différences se produisent dans la durée des centaines de révolutions de l'axe, quels écarts ne trouverait-on pas si l'on pouvait comparer la durée des unités de tour, ainsi que l'a fait M. Harlacher (1), à l'aide du chronographe.

Lorsqu'on suit de l'œil attentivement une masse liquide en mouvement, dans une rivière telle que la Meuse, on constate immédiatement que ce mouvement n'est régulier qu'en apparence. Au sein de la masse liquide, des tourbillons se forment et disparaissent, des bouillons se produisent, une pulsation succède à l'autre.

La formation de ces tourbillons s'explique facilement. En effet, il suffit que des filets soient retardés, par une cause quelconque, pour que les filets voisins, animés d'une vitesse plus grande, devancent les premiers, décrivent une courbe rentrante et engendrent le mouvement tourbillonnaire. C'est ce mouvement qui est cause des oscillations des durées des tours du moulinet. Il est facile de s'en rendre compte. Supposons un tourbillon, à axe horizontal, descendant le fleuve, avec une vitesse de translation V; soient a et b deux points du tourbillon, qui viennent passer à un certain intervalle au droit du moulinet; soient v et v' la composante de la vitesse de rotation perpendiculaire à la section transversale, au moment du passage de ces points. Le moulinet est frappé par des masses animées respectivement des vitesses $V + v$ et $V + v'$. L'écart v-v' acquerra ses plus grandes valeurs lorsque v et v' seront de signes contraires, circonstance qui peut se présenter bien souvent. Les grandes variations des écarts proviennent de ce que l'axe du tourbillon occupe en réalité toutes les positions possibles, qu'il se déforme

(1) Harlacher. *Die Messungen in der Elbe und Donau.*

en se déplaçant, et que le mouvement rotatif se modifie en même temps.

On réduit l'influence de ces oscillations sur le résultat final, en prolongeant les observations suffisamment pour que les moyennes des durées puissent être admises réellement pour telles.

Vitesses d'une même verticale. — L'examen des nombreuses courbes de vitesses des verticales, a fait constater que la vitesse diminue lorsque la profondeur augmente ; que la plupart des courbes sont concaves vers l'amont, sans point d'inflexion, et que les autres courbes présentent très souvent un, rarement deux points d'inflexion ; que la vitesse maxima se trouve à la surface ou près de celle-ci ; que la vitesse minima se rencontre au fond ; que la vitesse moyenne se trouve toujours, à peu près, à la même profondeur relative.

Vitesse de superficie, vitesse moyenne et vitesse de fond. — Les ordonnées des courbes de ces vitesses, tracées au dessus de la flottaison, varient avec et dans le sens de la profondeur ; ces vitesses, nulles au bord, sont les plus grandes au droit des plus grandes profondeurs. Cette propriété est très précieuse, car elle permet de tracer, avec beaucoup de sûreté et d'exactitude, les courbes des différentes vitesses, lorsqu'on en connaît quelques points.

Rapport de différentes vitesses. — Pour calculer les rapports de ces vitesses et la profondeur du filet à vitesse moyenne, je me suis servi non seulement du résultat de mes jaugeages, mais encore de ceux obtenus par les ingénieurs qui ont travaillé sur la Meuse et sur d'autres rivières, en ayant soin de les grouper de manière à généraliser, chaque fois davantage, la valeur des rapports. Ces groupes sont les suivants :

a) Les jaugeages faits par moi, dans 84 profils, sur

561 verticales, ont seuls été employés. Le lit mineur de la rivière est formé de gravier, de grosseur variable, passant du sable à des galets de $0^m,10$ à $0^m,15$ de diamètre, le gravier moyen dominant. La pente kilométrique de superficie a varié, d'eaux basses en eaux hautes, de $0^m,27$ à $0^m,43$.

b) En même temps que des jaugeages précédents, je me suis servi de ceux exécutés par le Waterstaat (1) en 1876 et 1877, sur la Meuse, à Maeseyck, à Maesbracht et à Ruremonde, dans 80 profils, avec 469 verticales. Le lit est le même qu'à Stockheim, et il y a également similitude pour la pente de superficie, laquelle, toutefois, devient un peu plus faible vers Ruremonde.

c) Avec les résultats des jaugeages précédents, j'ai combiné les suivants :

Ceux fournis par les jaugeages faits par le Waterstaat, de 1875 à 1880, sur le Rhin et ses embranchements, le Waal, le Canal de Pannerden et les bras de celui-ci, le Rhin Inférieur et l'Yssel Gueldrien. Le Rhin a un lit de fin gravier et les autres rivières un lit de sable. Tandis que la pente kilométrique de superficie est d'environ $0^m,16$ sur le Rhin, elle tombe à environ $0^m,10$ sur ses embranchements. Les opérations ont porté sur 136 profils avec 593 verticales ;

Ceux fournis par trois jaugeages de M. Harlacher :

Un du Danube, à Vienne, en 1878, avec 15 verticales ; lit de gravier ; pente kilométrique de superficie, $0^m,486$;

Un du Canal du Danube, à Vienne, dans une section maçonnée, avec plafond de béton ; 5 verticales ; pente kilométrique de superficie, $0^m,65$;

(1) Les résultats des jaugeages néerlandais ont été pris dans les volumes annuels publiés par le Département du Waterstaat : « *Verslag aan den Koning over de Openbare Werken* ». (Rapport au Roi sur les Travaux Publics.)

Un troisième, de l'Elbe, à Tetschen, avec 12 verticales dans le profil ; pente et nature du lit inconnus ;

Ceux fournis par un jaugeage de l'Eger, à Falkenau, fait le 10 septembre 1876, par M. Plenkner (1), portant sur 10 verticales ; pente kilométrique, $0^m,26$; lit de gros gravier.

d) On a construit, sauf pour un rapport, à une forte échelle, les résultats fournis par tous ces jaugeages, dans 304 profils avec 1665 verticales, et on a tracé la droite passant par l'origine qui, à l'œil, partageait le mieux les groupes des points obtenus et on a déterminé les rapports graphiquement.

Rapport de la vitesse moyenne à la vitesse de superficie d'une verticale, $\frac{V_m}{V_s}$:

a) $\frac{V_m}{V_s} = 0.871$; b) $\frac{V_m}{V_s} = 0.868$;

c) $\frac{V_m}{V_s} = 0.877$; d) $\frac{V_m}{V_s} = 0.86$.

Rapport de la vitesse de fond à la vitesse de superficie d'une verticale, $\frac{V_f}{V_s}$:

a) $\frac{V_f}{V_s} = 0.587$; b) $\frac{V_f}{V_s} = 0.576$;

c) $\frac{V_f}{V_s} = 0.589$; d) $\frac{V_f}{V_s} = 0.583$.

Rapport de la vitesse moyenne d'écoulement à la vitesse maxima de superficie, $\frac{U}{V_{s\,max.}}$:

a) $\frac{U}{V_{s\,max.}} = 0.762$; b) $\frac{U}{V^s_{max.}} = 0.772$; (2)

c) $\frac{U}{V_{s\,max.}} = 0.777$.

(1) Voir son étude hydraulique : *Ueber die Bewegung des Wassers in natürlichen Wasserlaüfen.*

(2) On n'a pu employer ici que 97 jaugeages des 136 exécutés sur le Rhin et ses embranchements, les publications ne donnant des renseignements complets que pour ces 97.

Profondeur relative du filet à vitesse moyenne, $\frac{h_m}{H}$:

a) $\frac{h_m}{H} = 0.56$; b) $\frac{h_m}{H} = 0.578$;

c) $\frac{h_m}{H} = 0.599$; d) $\frac{h_m}{H} = 0.60$.

Sections et périmètres mouillés. — La recherche des lois régissant le mouvement de l'eau exigeait la connaissance des sections et des périmètres mouillés, dans les 31 profils de la section, pour les 84 flottaisons des journées de travail. Pour les obtenir, j'ai fait construire la courbe des sections mouillées et celle des périmètres mouillés, ces variables étant prises pour ordonnées et les cotes d'eau pour abscisses. Comme on avait fait varier celles-ci de $0^m,10$ en $0^m,10$ et que les constructions avaient été faites à une grande échelle, on obtint, à l'aide de ces courbes, avec une grande exactitude, les sections et les périmètres mouillés dont on avait besoin.

Application de l'équation du mouvement permanent. — Etant donnée la forme du lit, qui varie sur toute la section de rivière, et les variations de la pente de superficie, j'ai cru qu'il ne pouvait être question du mouvement uniforme et qu'il fallait appliquer d'emblée l'équation du mouvement permanent,

$$\Delta z = \alpha \frac{u_{31}^2 - u_1^2}{2g} + \int_1^{31} \frac{\chi}{\omega} b \left(\frac{D}{\omega}\right)^2 ds, \qquad 7)$$

qui suppose que le frottement du liquide contre la paroi s'exprime comme suit :

$$\varphi(u) = b\,u^2. \qquad (8)$$

Dans le cas qui nous occupe, l'intégrale sera remplacée par la somme,

$$b\left[\frac{1}{2}\left(\frac{\chi_1}{\omega_1}\frac{D^2}{\omega_1^2}+\frac{\chi_{31}}{\omega_{31}}\frac{D^2}{\omega_{31}^2}\right)+\frac{\chi_2}{\omega_2}\frac{D^2}{\omega_2^2}+\frac{\chi_3}{\omega_3}\frac{D^2}{\omega_3^2}+\dots\dots\dots\right.$$
$$\left.+\frac{\chi_{29}}{\omega_{29}}\frac{D^2}{\omega_{29}^2}+\frac{\chi_{30}}{\omega_{30}}\frac{D^2}{\omega_{30}^2}\right]100,$$

les profils étant distants de 100 mètres.

N'étant pas fixé sur la valeur exacte de α, nous prendrons ce coefficient égal à l'unité, ainsi qu'on fait généralement en pratique, et ce sans erreur sensible, vu la faible valeur relative du terme à corriger ; l'équation (7) devient

$$\Delta z = D^2\left\{\frac{1}{2g}\left(\frac{1}{\omega_{31}^2}-\frac{1}{\omega_1^2}\right)+b\left[\frac{1}{2}\left(\frac{\chi_1}{\omega_1^3}+\frac{\chi_{31}}{\omega_{31}^3}\right)+\sum_{n=2}^{n=30}\frac{\chi_n}{\omega_n^3}\right]100\right\} \quad (9)$$

d'où,

$$b=\frac{1}{100\,D^2}\times\frac{\Delta z - D^2\,\dfrac{1}{2g}\left(\dfrac{1}{\omega_{31}^2}-\dfrac{1}{\omega_1^2}\right)}{\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{\chi_1}{\omega_1^3}+\dfrac{\chi_{31}}{\omega_{31}^3}\right)+\sum_{n=2}^{n=30}\dfrac{\chi_n}{\omega_n^3}}. \quad (10)$$

Pour quinze jours d'opération en basses eaux, on avait relevé la cote d'eau dans chacun des 31 profils transversaux ; pour les autres jours, on a calculé cette cote, à l'aide de celles lues dans les profils extrêmes et nivelées dans le profil moyen et dans le profil d'opération.

Les hauteurs d'eau obtenues, on prenait les sections et les périmètres mouillés sur les courbes construites comme il a été dit au paragraphe précédent, et, dès lors, tous les termes de la valeur de b étaient connus et ce coefficient pouvait être calculé.

Pour des débits d'environ 900 mètres cubes, ce coefficient était nul ; pour les débits plus petits il avait des valeurs positives et pour des débits plus grands des valeurs négatives. Il faut en conclure que l'équation du mouvement permanent n'est pas applicable, ou que l'expression adoptée pour le frottement de la paroi n'est pas exacte ; les deux suppositions peuvent être

vraies, mais il est plus que probable que c'est à tort que l'équation du mouvement permanent a été appliquée. En effet, ce que nous avons dit plus haut, à propos du mouvement tourbillonnaire de l'eau, suffit pour faire comprendre qu'en réalité il ne peut être question d'admettre soit l'hypothèse du parallélisme des tranches, soit celle de l'invariabilité des filets liquides.

Application de l'équation du mouvement uniforme. — Ensuite, j'ai appliqué l'équation du mouvement uniforme,

$$i = \frac{\chi}{\Omega} \varphi (U), \qquad (11)$$

dans laquelle $i = \frac{\Delta z}{3000}$.

Pour le rayon moyen $\frac{\Omega}{\chi} = R$, j'ai pris, pour chaque débit, la moyenne des rayons moyens des 31 profils du jour, c'est-à-dire que j'ai adopté la valeur

$$\frac{\Omega}{\chi} = \frac{1}{30} \left[\frac{1}{2} \left(\frac{\Omega_1}{\chi_1} + \frac{\Omega_{31}}{\chi_{31}} \right) + \frac{\Omega_2}{\chi_2} + \frac{\Omega_3}{\chi_3} + \cdots\cdots + \frac{\Omega_{29}}{\chi_{29}} + \frac{\Omega_{30}}{\chi_{30}} \right].$$

De même, pour U j'ai pris

$$U = \frac{1}{30} \left[\frac{1}{2} (U_1 + U_{31}) + U_2 + U_3 + \cdots\cdots + U_{29} + U_{30} \right].$$

Ayant adopté pour φ (u) l'expression monome

$$\varphi (u) = b\, u^2, \qquad (8)$$

l'équation (11) devient

$$i = \frac{\chi}{\Omega} b\, U^2 = \frac{1}{R} b\, U^2, \qquad (12)$$

d'où

$$b = \frac{Ri}{U^2}, \qquad (13)$$

Les valeurs trouvées pour b sont renseignées à la 8e colonne du tableau qui suit :

DATES des JAUGEAGES.	Pente totale sur 3k, Δz.	Moyenne des rayons moyens, R.	R^2.	$\frac{1}{R}$	Moyenne des vitesses moyennes, U.	$\frac{1}{U^2}$	$b = \frac{\Delta z}{3000} \times \frac{\Omega}{\chi} \times \frac{1}{U^2} = \frac{iR}{U^2}$	$\frac{R_i^2}{U^2}$
	Mèt.	Mèt.		Mèt.	Mèt.			
11 août 1881	0.83	1.07	1.1449	0.93	0.70	2.0449	0.000605359	0.00064773413
12 » »	0.85	1.08	1.1664	0.92	0.70	2.0449	0.000625773	0.00067583484
20 juillet »	0.82	1.10	1.2100	0.91	0.67	2.2201	0.000667510	0.00073426100
22 » »	0.82	1.21	1.4641	0.83	0.67	2.2201	0.000734261	0.00088845581
19 » »	0.84	1.14	1.2996	0.88	0.68	2.1609	0.000689756	0.00078632526
10 août »	0.84	1.08	1.1664	0.92	0.78	1.6384	0.000495452	0.00053508816
5 juillet »	0.85	1.12	1.2544	0.89	0.68	2.1609	0.000685726	0.00076801312
28 juin »	0.92	1.26	1.5876	0.79	0.74	1.8225	0.000704214	0.00088730964
18 » »	0.86	1.26	1.5876	0.79	0.76	1.7424	0.000629355	0.00079298730
15 » »	0.87	1.25	1.5625	0.80	0.78	1.6384	0.000593920	0.00074240000
17 » »	0.85	1.26	1.5876	0.79	0.77	1.6900	0.000603330	0.00076019580
16 » »	0.86	1.26	1.5876	0.79	0.77	1.6900	0.000610428	0.00076913928
13 août »	0.85	1.24	1.5376	0.80	0.81	1.5129	0.000531532	0.00065909968
10 juin »	0.86	1.27	1.6129	0.79	0.80	1.5625	0.000568854	0.00072244458
24 mai »	0.87	1.30	1.6900	0.77	0.80	1.5625	0.000589062	0.00076578060
8 septembre »	0.89	1.30	1.6900	0.77	0.85	1.3924	0.000537002	0.00069810260
4 juin »	0.93	1.33	1.7689	0.75	0.86	1.3456	0.000554791	0.00073787203
9 septembre »	0.91	1.33	1.7689	0.75	0.88	1.2996	0.000524302	0.00069732166
2 juin »	0.90	1.38	1.9044	0.73	0.87	1.3225	0.000547515	0.00075557070
18 mai 1882	1.03	1.47	2.1609	0.77	1.01	0.9801	0.000494656	0.00072714432
19 » 1881	1.01	1.41	1.9881	0.70	0.89	1.2544	0.000595463	0.00083960283
17 » 1882	1.12	1.42	2.0164	0.70	0.97	1.0609	0.000562418	0.00079863356
14 » 1881	0.99	1.42	2.0164	0.70	0.91	1.2100	0.000567006	0.00080514852
19 » 1882	1.02	1.47	2.1609	0.61	0.98	1.0404	0.000500110	0.00073516170
30 » 1881	0.97	1.49	2.2201	0.67	0.98	1.0404	0.000501230	0.00074683270
7 octobre »	0.85	1.56	2.4336	0.64	0.98	1.0404	0.000459857	0.00071737692
13 avril 1882	0.91	1.59	2.5281	0.63	1.05	0.9025	0.000435276	0.00069208884
15 » »	0.92	1.61	2.5921	0.62	1.11	0.8100	0.000399924	0.00064387764
14 » »	0.92	1.61	2.5921	0.62	1.10	0.8281	0.000408861	0.00065826621
10 novembre 1881	0.91	1.62	2.6244	0.62	1.05	0.9025	0.000443489	0.00071845218
6 octobre »	0.86	1.60	2.5600	0.62	1.05	0.9025	0.000413947	0.00066231520
14 juillet 1882	1.10	1.61	2.5921	0.62	1.23	0.6561	0.000390839	0.00062925079
8 avril »	0.89	1.63	2.6569	0.61	1.13	0.7744	0.000378683	0.00062725329
11 novembre 1881	0.92	1.65	2.7225	0.61	1.07	0.8649	0.000437639	0.00072210435
12 » »	0.92	1.63	2.6569	0.61	1.06	0.8836	0.000441682	0.00071994166
20 août »	0.90	1.71	2.9241	0.58	1.11	0.8100	0.000415530	0.00071055630
4 novembre »	0.97	1.72	2.9584	0.58	1.16	0.7396	0.000411316	0.00070746352
21 avril 1882	1.02	1.79	3.2041	0.56	1.11	0.8100	0.000492966	0.00088240914
17 décembre 1881	0.86	1.75	3.0625	0.57	1.14	0.7744	0.000388491	0.00067985925
16 » »	0.88	1.78	3.1684	0.56	1.16	0.7396	0.000386170	0.00068738260
22 septembre »	0.97	1.80	3.2400	0.56	1.17	0.7225	0.000420495	0.00075689100
20 avril 1882	0.98	1.84	3.3856	0.54	1.13	0.7744	0.000465466	0.00085645744
15 décembre 1881	0.91	1.83	3.3489	0.55	1.14	0.7744	0.000429869	0.00078666027
5 novembre »	0.96	1.81	3.2761	0.55	1.19	0.7056	0.000408684	0.00073971804

DATES des JAUGEAGES.	Pente totale sur 3k, Δz.	Moyenne des rayons moyens. R.	R^2.	$\frac{1}{R}$	Moyenne des vitesses moyennes. U.	$\frac{1}{U^2}$	$b = \frac{\Delta z}{3000} \times \frac{\Omega}{\chi} \times \frac{1}{U^2} = \frac{iR}{U^2}$	$\frac{R_i^2}{U^2}$
	Mèt.	Mèt.		Mèt.	Mèt.			
7 avril 1881	0.89	1.81	3.2761	0.55	1.28	0.6084	0.000326691	0.00059131071
17 septembre »	0.92	1.82	3.3124	0.55	1.22	0.6724	0.000375289	0.00068302598
6 avril 1882	0.89	1.83	3.3489	0.55	1.26	0.6084	0.000330300	0.00060444900
19 » »	1.01	1.88	3.5344	0.53	1.16	0.7396	0.000482022	0.00090620136
4 » »	0.90	1.88	3.5344	0.53	1.32	0.5776	0.000325766	0.00061244008
18 août 1881	0.90	1.83	3.3489	0.54	1.31	0.5776	0.000317102	0.00058029666
5 avril 1882	0.87	1.91	3.6481	0.52	1.32	0.5776	0.000319933	0.00061107203
15 septembre 1881	0.94	1.92	3.6864	0.52	1.27	0.6084	0.000366013	0.00070274496
16 » »	0.94	1.99	3.9601	0.50	1.35	0.5476	0.000319652	0.00063610748
3 décembre »	1.10	2.15	4.6225	0.47	1.47	0.4624	0.000364525	0.00078372875
29 juillet 1882	0.96	2.37	5.6169	0.42	1.65	0.3721	0.000291019	0.00068971503
28 septembre »	0.99	2.44	5.9536	0.41	1.58	0.3969	0.000319584	0.00077978496
2 décembre 1881	1.01	2.47	6.1009	0.44	1.60	0.3969	0.000330049	0.00081522103
1 » »	1.04	2.84	8.0656	0.35	1.55	0.4225	0.000415965	0.00118133060
24 » »	1.08	2.75	7.5625	0.37	1.71	0.3364	0.000333036	0.00091584900
27 septembre 1882	1.03	2.78	7.7284	0.38	1.75	0.3249	0.000310106	0.00086209468
11 novembre »	1.14	2.94	8.6436	0.34	1.76	0.3249	0.000362978	0.00106715532
28 juillet »	1.09	2.87	8.2369	0.35	1.88	0.2809	0.000292913	0.00084066031
13 novembre »	1.12	2.99	8.9401	0.33	1.83	0.3025	0.000337670	0.00100963330
14 » »	1.14	2.99	8.9401	0.33	1.84	0.2916	0.000331316	0.00099063484
26 septembre »	1.01	3.00	9.0000	0.33	1.85	0.2916	0.000294516	0.00088354800
23 décembre 1881	1.12	3.09	9.5481	0.32	1.81	0.3025	0.000348964	0.00107839876
25 septembre 1882	1.06	3.19	10.1761	0.31	1.94	0.2704	0.000304777	0.00097223863
4 décembre »	1.21	3.25	10.5625	0.31	2.06	0.2401	0.000314731	0.00102287575
6 » »	1.22	3.28	10.7584	0.30	2.09	0.2304	0.000703323	0.00100801944
7 » »	1.22	3.21	10.3041	0.33	2.07	0.2304	0.000300764	0.00096545244
5 » »	1.21	3.19	10.1761	0.31	2.02	0.2500	0.000321658	0.00102608902
15 novembre 1882	1.14	3.28	10.7584	0.33	2.05	0.2401	0.000299261	0.00098157608
22 » »	1.14	3.32	11.0224	0.30	2.19	0.2116	0.000266955	0.00088629060
21 » »	1.14	3.30	10.8900	0.30	2.27	0.1936	0.000242774	0.00080115420
3 décembre »	1.14	3.20	10.2400	0.31	2.41	0.1681	0.000204409	0.00065410880
23 novembre »	1.14	3.31	10.9561	0.30	2.32	0.1849	0.000232567	0.00076979677
20 » »	1.15	3.43	11.7649	0.29	2.15	0.2209	0.000290447	0.00099623321
2 décembre 1882	1.14	3.43	11.7649	0.29	2.49	0.1600	0.000208544	0.00071530592
1 » »	1.14	3.49	12.1801	0.29	2.75	0.1296	0.000171876	0.00059984724
30 novembre »	1.14	3.52	12.3904	0.28	2.68	0.1369	0.000183117	0.00064457184
31 décembre »	1.25	3.63	13.1769	0.27	2.98	0.1089	0.000150217	0.00054528771
4 janvier 1883	1.25	3.64	13.2496	0.28	2.95	0.1156	0.000175327	0.00063819028
3 » »	1.29	4.04	16.3216	0.25	2.97	0.1156	0.000200820	0.00081131280
2 » »	1.29	4.10	16.8100	0.24	3.06	0.1089	0.000191991	0.00078716310

Pour trouver une relation entre la pente, le rayon moyen et la vitesse, j'ai essayé différentes constructions ; ayant finalement porté en abscisses les valeurs inverses du rayon moyen, et en ordonnées les valeurs correspondantes trouvées pour b, j'ai constaté que les points se groupaient très bien le long d'une droite, passant près du centre et dont l'équation s'écrit :

$$b = 0.00076 \frac{1}{R} + 0.0000022. \qquad (14)$$

Les coefficients ont été déterminés par la méthode des moindres carrés ; la droite et les points sont représentés à la fig. 3

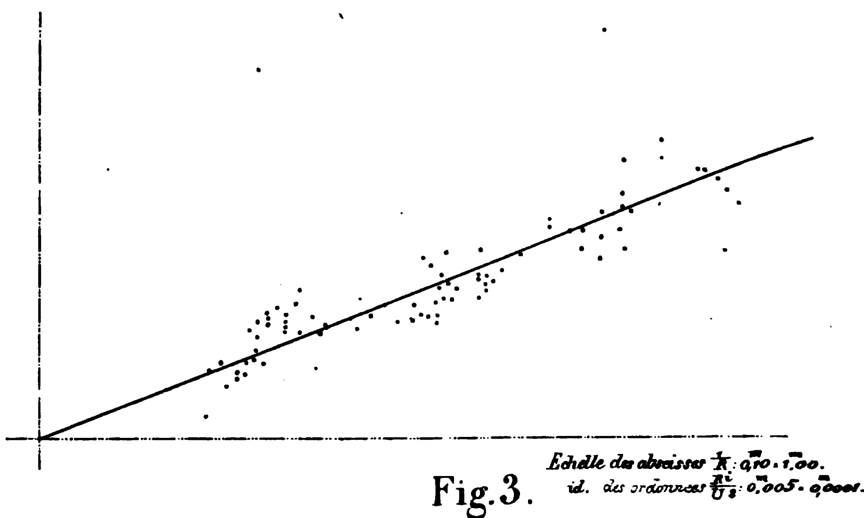


Fig. 3.

L'ordonnée à l'origine est tellement faible qu'on peut la négliger ; dès lors, le rapport de b à $\frac{1}{R}$ devient constant, c'est-à-dire que l'on a

$$\frac{Ri}{U^2} : \frac{1}{R} = C, \qquad (15)$$

ou, ce qui revient au même,

$$\frac{R^2 i}{U^2} = C. \tag{16}$$

Pour déterminer C, j'ai fait calculer directement, pour chaque jaugeage, la valeur de $\frac{R^2 i}{U^2}$. Ces valeurs se trouvent renseignées à la 9e colonne du tableau qui précède ; j'en ai pris la moyenne, qui est 0,00077292381, soit 0,00077.

On a donc l'équation,

$$R^2 i = 0.00077\ U^2, \tag{17}$$

régissant le mouvement de l'eau dans la Meuse ou dans une rivière dont le lit présente les mêmes conditions que celui de la Meuse.

La figure 4 montre que les points fournis par les observations se groupent très bien le long d'une parallèle à l'axe des abscisses, menée à la distance 0,00077.

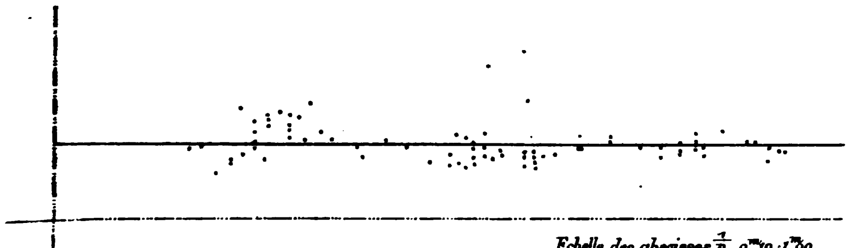


Fig. 4.

DÉBIT MAXIMUM DE LA MEUSE LIMBOURGEOISE.

Le débit maximum d'une rivière est un des éléments essentiels à connaître lorsqu'on doit étudier son régime, en vue de travaux à exécuter. La plus forte crue de la

Meuse, de ce siècle, est celle de décembre 1880; c'est son débit qu'il s'agit de trouver.

L'expression du débit de la rivière peut s'écrire :

$$D = \omega u = \omega \frac{\omega}{\chi} \sqrt{\frac{i}{c}}, \tag{18}$$

u étant donné par l'équation

$$\frac{\omega^2}{\chi^2} i = c u^2. \tag{16}$$

Supposons connu le débit D_1, pour le cas de l'écoulement sous une pente i_1, la section d'écoulement étant ω_1, le rayon moyen $\frac{\omega_1}{\chi_1}$ et la vitesse moyenne u_1, on aura :

$$D_1 = \frac{\omega_1^2}{\chi_1} \sqrt{\frac{i_1}{c}}. \tag{19}$$

En divisant l'équation (18) par l'équation (19) on obtiendra :

$$D = D_1 \frac{\omega^2}{\omega_1^2} \frac{\chi_1}{\chi} \sqrt{\frac{i}{i_1}}, \tag{20}$$

expression qui permettra de calculer immédiatement D, lorsque ω, χ et i seront donnés. Ce sont ces éléments qu'il faudrait posséder pour la crue de 1880, pour pouvoir calculer le débit de celle-ci, à l'aide du débit connu d'une autre crue, dont les conditions d'écoulement ont été parfaitement établies.

Une rupture de digue, ouvrant une brèche de 170 mètres de largeur, par laquelle passait une nappe d'eau d'environ 3m,50 d'épaisseur, s'est produite la veille du jour du maximum de la crue de décembre 1880; elle a apporté un tel trouble au régime de la rivière, qu'il est impossible de se servir ici des cotes observées au moment d'étale.

Il faut donc chercher à déterminer la section et la pente qui auraient été réalisées dans le cas de l'écoulement sans rupture de digue.

En janvier 1882, a eu lieu une crue bien observée et jaugée, qui, sans atteindre l'importance de celle de décembre 1880, se prête à la comparaison.

En 1881, on avait réparé entièrement la brèche dont il est question ci-dessus.

De 1880 à 1882, on avait construit, en aval de Stockheim, une série de digues, qui ont modifié assez sensiblement sur cette partie le régime du fleuve, tandis que, vers l'amont, on n'avait fait aucun travail de l'espèce.

C'est donc en amont qu'il faut comparer les cotes des deux crues.

La première échelle qu'on rencontre, en remontant le fleuve, est celle de Maesband, qui se trouve à environ 3,600 mètres du profil d'opération *A*.

La crue de 1882 y a atteint la cote $40^m,09$ et celle de décembre 1880, $40^m,87$, soit $0^m,78$ en plus.

J'admettrai que cette dernière crue aurait accusé la même différence dans le profil *A*, s'il n'y avait pas eu de rupture de digue; elle y aurait donc marqué $38^m,17 + 0^m,78 = 38^m,95$.

En ce qui concerne la pente, j'ai fait construire une série de points dont les abscisses représentent les cotes d'eau dans le profil *A*, les jours de jaugeage, et les ordonnées la pente totale correspondante de la section de rivière; ces points se groupent nettement suivant une droite, ainsi qu'on peut le voir à la figure 5. L'ordonnée de la droite prolongée, correspondant à la cote $38^m,95$, étant $1^m,35$, la pente kilométrique serait $0^m,45$.

Comme la crue de décembre 1880 s'est écoulée, entre Maesband et Maeseyck, sous une pente générale

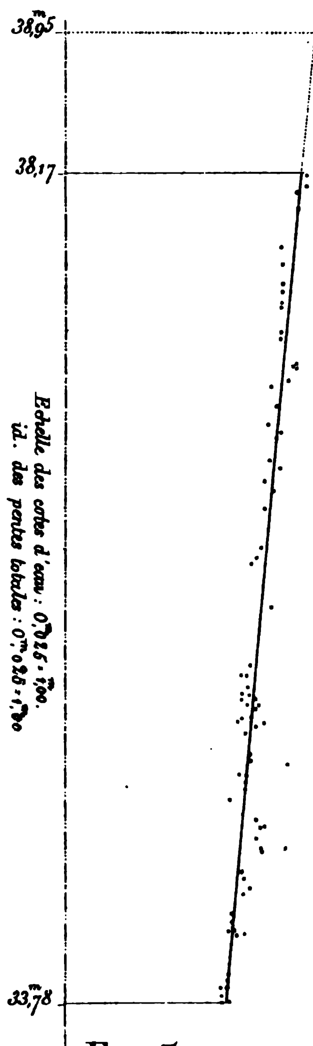


Fig. 5.

de $0^m,47$ par kilomètre, j'adopterai ce dernier chiffre, très rapproché du précédent, et, dès lors, les données

nécessaires au calcul du débit maximum de cette crue sont les suivantes :

	Eaux du 2 janvier 1882.	Eaux supposées du 23 décembre 1880.
	—	—
Cote d'eau dans le profil *A*	$38^m,17$	$38^m,95$
Section mouillée . . .	$750^{m2},52$	$886^{m2},83$
Périmètre mouillé . . .	$175^m,70$	$177^m,39$
Pente de superficie. . .	$0^m,43$	$0^m,47$
Débit de la rivière . . .	$1765^{m3},626$	*D*

Pour trouver *D*, on n'a qu'à faire les calculs :

$$D = 1765^{m3},626 \times \frac{886,83}{750,52} \times \frac{175,70}{177,39} \sqrt{\frac{0.47}{0.43}} =$$
$$= 1765^{m3},626 \times 1,4459 = 2552^{m3},09.$$

soit, en chiffres ronds, 2,550 mètres,

Tel serait donc, pour ce siècle, le débit maximum de la Meuse limbourgeoise.

Toutes les opérations sur le terrain et le travail de bureau, jusques et y compris le calcul des débits, ont été faits par M. le Conducteur Vanderhaeghen, Fr., qui s'est acquitté de sa mission, dont la première partie était souvent fort pénible, avec un zèle et un dévouement auxquels je me plais à rendre hommage.

Maeseyck, le 12 juillet 1890.

EMPLOI

DES

CABLES CONTINUS POUR L'EXTRACTION

DANS LES MINES

PAR

VICTOR WATTEYNE ET ADOLPHE DEMEURE,

INGÉNIEURS AU CORPS DES MINES.

I. — Système Koepe proprement dit.

L'appareil d'extraction de M. Koepe se compose essentiellement d'une poulie de grand diamètre à gorge demi-circulaire, qu'actionne par bielle et manivelle un moteur quelconque à changement de marche, et d'un câble rond métallique continu de même diamètre que la gorge, qui embrasse au moins la moitié de la circonférence de la poulie. Les deux cages d'extraction sont intercalées dans le circuit du câble continu. Celui-ci, en vertu de son adhérence sur la poulie, est entraîné par le mouvement de cette dernière, et fait monter l'une des cages pendant que l'autre descend.

La poulie peut être placée indifféremment au dessus du puits, les deux brins du câble étant ramenés aux endroits voulus de la section du dit puits par des galets directeurs, d'où suppression des molettes et réduction de l'espace nécessaire pour l'installation ; ou bien, elle peut occuper la place des tambours ou des bobines

ordinaires ; chaque brin du câble passe alors sur une molette à gorge, les deux molettes étant placées l'une au dessus de l'autre ou l'une à côté de l'autre en convergeant vers le centre de la poulie.

On voit immédiatement qu'avec un tel système la seule résistance à vaincre est la charge utile introduite dans la cage ; elle est donc constante quel que soit, pour une profondeur donnée, le point de la course ascendante de la cage pleine et aussi, à part l'augmentation des résistances passives dues à l'accroissement du poids du câble, quelle que soit la profondeur à laquelle on porte l'extraction.

Il en résulte qu'une installation largement calculée pour extraire un poids utile déterminé pourra subsister indéfiniment, sans autre modification que celle des dimensions du câble.

Il résulte aussi de l'invariabilité de l'effort à vaincre, que l'on pourra, sans la moindre difficulté, appliquer la détente dans les meilleures conditions économiques, et faire usage du moteur le plus perfectionné au point de vue de l'utilisation de la vapeur.

La vitesse de la cage étant constante le long du puits, l'on obtiendra, tout en restant en dessous des maxima que l'on atteint dans les autres systèmes, une vitesse moyenne sensiblement plus grande, et par conséquent une puissance extractive plus considérable, avec moins de chances d'accidents et moins de causes de détérioration du câble.

Cette moindre détérioration provient principalement de ce que l'on évite à chaque départ les « coups de fouet » dus au repliement sur la cage, coups de fouet parfois si violents dans les autres systèmes et si funestes à la conservation des câbles.

La corde subit aussi moins de courbures en divers sens. A ce point de vue, la fatigue est surtout réduite

quand la poulie motrice est placée au dessus du puits ; le câble ne subit pas alors de flexions en sens inverse ; il n'y a ni haut-chîf ni bas-chîf. D'ailleurs, les câbles ronds ont, par eux-mêmes, l'avantage de ne pas souffrir aussi fortement de l'inconvénient du bas-chîf, parce qu'ils tournent, et que ce ne sont pas toujours les mêmes fibres qui sont soumises à l'influence des flexions en sens inverse.

Sous le rapport de l'effort que supportent les éléments d'une section donnée, les câbles continus fonctionnent d'une façon différente de celle des câbles ordinaires. Dans ceux-ci, supposés décroissants, calculés et construits avec une exactitude théorique, chaque élément du câble en n'importe quelle section, supporte partout la même charge pendant toute la durée d'une ascension. Dans le câble cylindrique continu, au contraire, la tension que supporte l'unité de section est à chaque instant variable; elle est maximum au moment de l'arrivée sur la molette ou sur la poulie motrice. Chaque point de la section supporte tour à tour ce maximum et ne le supporte qu'un instant à chaque ascension.

Il y a donc, en faveur du câble logarithmique, la constance de la tension, mais cette tension est toujours à son maximum; et, en faveur du câble continu, le temps moins long pendant lequel la tension maximum est atteinte, mais, par le fait même, cette tension est irrégulière.

Une cause d'infériorité du système réside dans l'impossibilité d'utiliser la décroissance des câbles, décroissance que les progrès de la fabrication permettent aujourd'hui d'obtenir dans d'excellentes conditions.

Nous verrons toutefois que cette infériorité n'est réelle qu'à l'égard des câbles ronds décroissants en acier qui ne sont jusqu'ici employés qu'exceptionnelle-

ment dans notre pays et dont l'emploi rationnel présente, d'ailleurs, des difficultés assez grandes.

Pour fixer les idées, prenons le cas du puits du Moulin des charbonnages des Viviers à Gilly, dont nous parlerons plus loin et qui représente assez bien les conditions moyennes d'un puits profond de notre pays.

Soit P charge utile = 3000 kilos.

p poids mort de la cage et des wagonnets 4100 kilos.

Longueur du câble L = 850 mètres.

Dans ces conditions, un câble rond en acier dont la force portante (c'est-à-dire le nombre de kilos susceptibles d'être portés par une section correspondant à 1 kilo par mètre courant de câble) est de 1800 kilos, aura comme poids par mètre

$$\frac{P + p}{1800 - 850} = \frac{7100}{950} = 7^{k},5$$

et son poids total serait

$$C = 850 \times 7,5 = 6375^{k}.$$

Un câble rond décroissant en acier aura nécessairement un poids moindre, s'il est calculé suivant la formule d'égalité de résistance à chaque section ; son poids total donné par la formule

$$C = (P + p)\left(e^{\frac{L}{1800}} - 1\right)$$

dans laquelle 1800 est la force portante de l'acier rond, sera :

$$C = 7.100\left(e^{\frac{850}{1800}} - 1\right) = 7.100 \times 0,603 = 4.281^{k},3$$

et son poids par mètre courant sera de 5 kilos.

Un câble plat décroissant en acier, dont la force portante est de 1200 kilos, aura un poids total

$$C = 7.100\,(e^{\frac{L}{1200}} - 1) = 7.100\,(e^{\frac{850}{1200}} - 1)$$
$$= 7.100 \times 1{,}031 = 7320^{k}{,}1$$

soit par mètre courant, $8^{k}{,}6$.

Un câble conique en aloës ayant une force portante de 800 kilos exigerait, à la patte, un poids par mètre courant, donné par la formule

$$\frac{P + p}{800} = \frac{7100}{800} = 8^{k}{,}9$$

et à l'élevage, un poids x donné par la formule approximative

$$800\,x = 7.100 + 850\left(\frac{x + 8^{k}{,}9}{2}\right)$$

d'où

$$x = \frac{10{,}882.5}{375} = 29^{k}{,}02.$$

Son poids moyen serait donc de

$$\frac{29.02 + 8.9}{2} = 18^{k}{,}96$$

par mètre courant, et son poids total, de 16.116 kilos.

Enfin, un câble logarithmique en aloës aurait un poids total donné par la formule suivante :

$$C = 7.100\,(e^{\frac{850}{800}} - 1) = 7100 \times 1.894 = 13.447^{k}{,}4$$

soit $15^{k}{,}82$ par mètre courant.

Si nous calculons le même poids à l'aide de la formule et des données suivantes que nous trouvons dans un mémoire récemment paru de M. Charles Vertongen:

$$C = Q\left\{\left(1 + \frac{b}{t}\right)^{\frac{L\,\delta}{b}} - 1\right\}$$

C = poids de la partie travaillante du câble;
Q = charge totale à élever ;

t = tension à l'élevage par mètre carré = 750,000 kilos;

$t + b$ = tension à la patte par mètre carré = 1,000,000 kilos;

δ = poids spécifique des câbles en aloës = 940 kilos par mètre cube;

L = profondeur du puits exprimée en mètres; nous aurons, pour le poids total :

$$C = 7100 \left\{ (1.333)^{\frac{850 \times 940}{250.000}} - 1 \right\}$$
$$= 7100 \, (1,333^{3,196} - 1)$$
$$= 7100 \times 1,502 = 10,664^{k}$$

et pour le poids moyen par mètre courant :

$$\frac{10.664}{850} = 12^{k},54.$$

Pour le cas donc que nous examinons, et même pour des profondeurs sensiblement plus grandes, le câble cylindrique en acier l'emporte en légèreté sur le câble décroissant en aloës et même sur le câble plat décroissant en acier qui a une force portante bien inférieure à celle du câble rond.

Le câble rond décroissant en acier l'emporte seul à ce point de vue sur le câble cylindrique de même métal, seulement son emploi exige, pour arriver à l'équilibre parfait du moment, celui des tambours spiraloïdes auxquels M. Habets, dans son cours d'exploitation des Mines, professé aux Écoles spéciales de l'Université de Liége, reproche les inconvénients : d'être coûteux d'installation, de réparation et d'entretien, d'être d'un poids énorme, d'enrouler les dernières spires du câble sur un diamètre exagéré, toujours dangereux au point de vue de l'arrivée à molettes, et de ne réaliser l'équilibre parfait que pour

la profondeur et pour la charge pour lesquelles ils ont été calculés.

On peut, il est vrai, recourir au système préconisé par M. Demanet dans son *Cours d'Exploitation des Mines de Houille* (t. II, p. 463), et qui consiste à enrouler les câbles ronds comme les câbles plats, c'est-à-dire en spirale sur eux-mêmes.

Si, pour plus de simplicité, et comme on le fait assez souvent, on emploie les tambours cylindriques pour enrouler les câbles ronds décroissants, on arrive alors à des variations considérables du moment résistant.

Il en est de même, dans des limites moindres cependant, avec les bobines d'extraction enroulant des câbles plats métalliques : l'épaisseur de ces câbles étant très faible, la variation des rayons d'enroulements est peu considérable.

Il en est de même, enfin, au moins à grande profondeur, avec les bobines enroulant des câbles plats en aloës ; en effet, la formule bien connue qui donne le rayon initial au départ pour réaliser les conditions d'équilibre des moments des bobines d'extraction est :

$$r = \frac{P + 2p}{2} \sqrt{\frac{L.\, e}{\pi.\, C\,(P + 2p + C)}}$$

dans laquelle P est la charge utile ;

p le poids mort de la cage ;

e l'épaisseur du câble ;

et C son poids total.

Or, comme on l'a souvent fait remarquer, dans cette formule la longueur L se trouve à la première puissance au numérateur et à la seconde puissance au dénominateur, C étant proportionnel à L. Il en résulte donc que plus L augmente, plus le rayon initial théorique r diminue, alors que c'est l'inverse qui devrait

se passer, eu égard à l'épaisseur croissante du câble à l'élevage lorsque la profondeur augmente.

De plus, même quand il est possible d'adopter le rayon initial donné par la formule rappelée ci-dessus, on n'arrive pas à un équilibre parfait, cette formule étant obtenue par la condition unique que le moment résistant au départ est égal au moment résistant à l'arrivée et ne tenant aucun compte de la valeur réelle du moment résistant aux autres points de la course.

Il résulte de ce qui précède, que, dans les systèmes d'extraction par bobines, la résistance doit être en général très variable; considérable au départ, elle diminue et peut même parfois devenir négative. De plus, aux manœuvres, qui, il est vrai, se font à petite vitesse, la machine a de grands efforts à vaincre, parce qu'elle se trouve dans les conditions de l'extraction par une seule cage.

Relativement au moteur d'extraction, on conçoit sans l'aide du calcul qu'il faut une machine moins forte, c'est-à-dire moins de vapeur, pour soulever un poids constant agissant toujours au bout du même bras de levier que pour extraire la même charge avec des moments résistants variables.

On a, il est vrai, imaginé de proportionner à chaque instant l'effort moteur à la résistance. Pour cela, ou bien l'on emploie la détente et on la fait varier progressivement depuis la pleine admission au départ jusqu'à son maximum vers la fin de l'ascension, ou bien l'on diminue la puissance de la vapeur en l'étirant à la valve du modérateur qui est d'abord toute large ouverte et que l'on ferme progressivement.

Or, au point de vue de l'économie du combustible, M. Deschamps, professeur à l'Université de Liége, dans un mémoire sur l'emploi de la détente, publié dans la *Revue universelle des mines*, 2e série, tome XI,

page 492, conclut ce qui suit des expériences de Hallauer :

« 1° Il existe pour toute machine un degré d'admission qui, toutes choses égales d'ailleurs, correspond au minimum de la consommation par cheval effectif (mesuré au frein sur l'arbre de la machine). Il est de $\frac{1}{6}$ environ pour les machines à condensation et paraît différer peu de $\frac{1}{4}$ pour les machines sans condensation ;

2° Si l'on diminue la puissance d'un moteur réglé avec l'admission la plus favorable, on constate un accroissement de la consommation par cheval effectif ;

3° Cet accroissement est à peu près le même, que la diminution de puissance soit obtenue par la fermeture partielle de la valve du modérateur ou par une détente plus prolongée, au moins lorsque la variation du travail n'est pas supérieure à 40 p. °/₀ de la puissance normale ;

4° L'avantage est toutefois en faveur de la détente variable. Celle-ci doit être préférée à l'étirage de la vapeur lorsqu'elle peut être réalisée simplement, comme c'est le cas pour certains systèmes de machines motrices ordinaires, mais le bénéfice qu'elle produit n'est assurément pas assez considérable pour justifier les complications auxquelles elle donne lieu, quand on veut l'appliquer efficacement aux machines d'extraction ;

5° En résumé, je crois que, dans la plupart des cas, les machines d'extraction à détente fixe sont aussi économiques que les machines à détente variable, et comme elles sont beaucoup plus simples, et par conséquent moins coûteuses et plus pratiques, il me paraît rationnel de leur donner la préférence toutes les fois

que l'on peut maintenir la vitesse entre des limites convenables, sans réduire de plus de 40 à 45 p. °/₀ la puissance normale du moteur. »

La conclusion qui résulte des expériences de Hallauer et des considérations précédentes, c'est qu'une machine à détente, réglée au $\frac{1}{4}$ ou au $\frac{1}{6}$ d'admission, suivant qu'elle ne serait pas ou qu'elle serait à condensation, pour faire l'extraction avec le système Koepe l'emporterait, au point de vue de l'économie de combustible, sur la meilleure machine à détente variable ou à détente fixe avec étirage de vapeur, extrayant par bobines, parce que la première pourrait marcher pendant toute la course au degré de détente le plus favorable, tandis que les secondes doivent marcher à détente variable ou, ce qui revient au même dans certaines limites, avec étranglement de vapeur.

Avant de terminer ces considérations générales, nous ferons remarquer que, dans le système Koepe, les câbles moteurs ayant fini leur garantie, sont souvent employés comme câbles d'équilibre. Il ne faut donc, en réalité, acheter qu'un seul câble ayant une longueur égale à la profondeur du puits, tandis que dans les systèmes ordinaires il en faut deux. On verra cependant que l'on emploie parfois, pour des raisons qui seront exposées plus loin, des câbles plats pour câbles d'équilibre, alors que les câbles moteurs sont ronds. Dans ce cas on doit acheter deux câbles; seulement, le câble d'équilibre fatiguant peu, surtout s'il est plat, a une durée égale à plusieurs fois celle du câble moteur.

Ces préliminaires étant posés, donnons les renseignements que nous avons recueillis dans notre voyage de mission en Allemagne en 1889, où nous nous sommes enquis, à la demande de M. le directeur général des mines, des conditions de fonctionnement du

système Koepe, des inconvénients qu'il peut présenter au point de vue de la sécurité, et des mesures que l'administration des mines de Prusse aurait pu prescrire à cet égard.

Rappelons que le système Koepe a déjà été décrit dans diverses publications et notamment dans la *Revue universelle des mines*, 2e série, tome V, 1879, par M. L. Trasenster, dans le *Bulletin de l'industrie minérale*, tome I, 3e série, dans divers traités récents d'exploitation des mines, entre autres celui de M. Demanet, etc.

La poulie motrice a de 6 à 8 mètres de diamètre. La jante est formée de trois parties (voir fig. 1) : la partie du milieu, dans laquelle est pratiquée la rainure, est formée de blocs jointifs de bois debout (bois de hêtre). Les deux parties latérales sont également garnies de bois de hêtre, mais posé à plat. C'est sur ces deux parties qu'agissent les machoires du frein, qui peut, d'ailleurs, être de n'importe quel système. Il est à remarquer que, par cette disposition, le frein agit directement, non seulement sur l'arbre moteur, mais sur la poulie motrice elle-même, ce qui est très favorable à son efficacité.

Au charbonnage de Hannover il y a deux dispositions usitées, l'une et l'autre au siège n° 1 où l'extraction se fait par deux puits; nous les appellerons *A* et *B*.

L'installation la plus ancienne, celle du puits *A*, faite en 1879 (la première application du système) ne diffère d'une installation ordinaire que par la poulie de friction de $7^{m},50$ de diamètre qui remplace les anciens tambours. C'est, d'ailleurs, l'ancienne machine, une machine à un cylindre, qui a servi et qui sert encore; les deux brins du câble passent sur des molettes qui convergent légèrement vers la rainure de la poulie motrice. Cette machine extrait à deux étages aux pro-

fondeurs respectives de 234 et de 304 mètres. Le premier câble, en fils d'acier, de 4 centimètres de diamètre, a duré cinq ans ; on l'a remplacé alors, non pas parce qu'il était usé, dit M. Koepe, mais parce qu'il y avait assez longtemps qu'il était placé. Il a servi ensuite de câble d'équilibre.

Les cages d'extraction de ce puits sont à deux étages et à deux chariots en file par étage. Ces chariots ont une contenance de 5 hectolitres de charbon.

L'installation du puits *B* (fig. 2) (toute récente, bien qu'elle ait été décrite en 1879, sans doute d'après le projet) est bien différente et présente un grand caractère de hardiesse. La machine d'extraction est établie dans la partie supérieure d'un bâtiment de 30 mètres de hauteur. La poulie motrice se trouve au-dessus du puits, et le câble plonge directement dans celui-ci, sans intermédiaire de molettes. La machine d'extraction actionnant directement la poulie, est du système Compound.

Un avantage de cette disposition est, comme nous l'avons déjà fait remarquer, que la corde ne devant pas passer sur des molettes, n'est pas soumise à une double flexion, sauf celle insignifiante résultant de l'unique poulie directrice qui ramène l'un des brins de la corde dans le puits. En outre, la poulie motrice ayant un grand diamètre, $6^{m},45$, la flexion du câble est peu fatigante pour celui-ci. L'extraction se fait à ce puits à la profondeur de 304 mètres ; elle s'élève journellement pour les deux puits de 1200 à 1500 tonnes. Les cages du puits *B* sont à trois étages et à deux chariots (de 5 hectolitres) accolés par étage. Elles sont suspendues au câble par l'intermédiaire de vis de rappel qui permettent de régler exactement leur distance, de façon que les manœuvres puissent se faire en même temps au jour et au fond. A la surface, la cage repose sur les

taquets à chaque manœuvre, tandis que la cage inférieure ne repose sur les taquets que quand elle est à fond de course.

Le guidonnage est en bois.

Le câble d'équilibre passe au fond sur une poulie directrice qui porte un contre-poids tendeur et dont l'arbre est mobile dans une glissière de 4 mètres de longueur. Cette disposition est utile pour toutes les profondeurs. M. Koepe cependant ne la recommande que pour les grandes profondeurs seulement, afin d'empêcher le câble inférieur de se tordre et de former des boucles.

La vitesse, toujours uniforme, est de 8 mètres par seconde pour le charbon, et de 5 mètres pour les hommes.

Une grande sécurité ayant été reconnue à ce système et le soulèvement de la cage pleine au jour pouvant encore se faire même quand la cage vide repose sur les taquets du fond, M. Koepe a pu se dispenser d'employer les diverses dispositions spéciales qu'a signalées M. Trasenster dans la *Revue Universelle des mines* et qui avaient pour but de remédier aux inconvénients que l'on attribuait au système. C'est ainsi qu'il n'y a ni câble de sûreté ni ressorts pour les manœuvres. En outre, on n'a exigé ni parachutes ni évite-molettes, de sorte que le système fonctionne dans toute sa simplicité.

La suppression des parachutes a été autorisée parce que les câbles fatiguent très peu et ensuite parce qu'ils sont peu exposés à se rompre, par le fait de chocs de la cage le long du puits par exemple. En cas de chocs, en effet, la corde glisserait sur la poulie et bien que la machine continuerait à tourner, la cage s'arrêterait sans entraîner la rupture du câble.

La suppression des évite-molettes a été permise

parce que la traction de la cage à molettes est, sinon impossible, du moins très difficile ; elle n'aurait lieu en tous cas qu'avec peu de violence. En effet : quand la cage descendante repose à taquets au fond, elle n'équilibre plus la cage montante, et l'effort à faire pour continuer l'ascension de cette dernière est, en cet instant, plus que doublé, le poids d'une cage vide et des chariots dépassant toujours le poids de la charge utile.

Dans les systèmes ordinaires avec bobines ou tambours spiraloïdes, quand la cage descendante repose au fond, l'augmentation de l'effort à vaincre pour continuer l'ascension n'est pas aussi grand, la cage vide agissant au bout d'un plus petit bras de levier que la cage pleine.

En second lieu, le câble d'équilibre est guidé au fond soit par une poulie à contre-poids, soit, s'il est plat, par une simple pièce de bois en travers qui limitera forcément l'ascension de la cage pleine, la cage vide étant arrêtée par les taquets du fond.

Dans le mémoire déjà rappelé, M. Trasenster démontre, par des calculs, qu'à faible profondeur l'adhérence sur la poulie n'est plus suffisante dès que la cage repose sur les taquets du fond. Il s'est servi de la formule

$$P = Q . e^{\frac{fs}{r}}$$

dans laquelle Q représente l'effort auquel est soumise la corde à l'une de ses extrémités, P la force mouvante qui sollicite la corde à son autre extrémité, f le coefficient de frottement, s la longueur de l'arc embrassé par la corde, r le rayon de la poulie.

Si nous appliquons cette formule au cas qui est donné par M. Trasenster et qui est celui du puits *A* de Hannover quand il extrayait à la profondeur de 234 mètres par des cages à deux étages pesant

chacune 2,250 kilos, recevant 4 wagonnets vides de 300 kilos soit 1,200 kilos et 2,000 kilos de charbon, sachant que le câble rond en acier avait un diamètre de 4 centimètres et pesait $5^k,5$, soit 1,287 kilos pour 234 mètres, nous trouvons que le poids total *P* supporté par la corde montante au niveau du sol se décomposait comme suit :

Poids de la cage.	2,250	kilos.
Poids mort des 4 wagons . . .	1,200	id.
Poids du charbon	2,000	id.
Poids du câble	1,287	id.
Total. . .	6,737	id.

et le poids *Q* supporté par la corde descendante était de 4,737 kilos pendant la course et seulement 1,287 kilos quand la cage vide reposait à taquets au fond.

Dans ces conditions *s* étant égal à πr, on avait

$$P = Q \cdot e^{f.\pi.}$$

et

$$\log \frac{P}{Q} = f.\pi. \quad \log e = f \times 3,14 \times 0,43429 = f \times 1,364$$

Or,

$$\log \frac{P}{Q} = \log \frac{6,737}{1,287} = 3,8284665 - 3,1095758 = 0,7188880$$

d'où nous tirons : $f = 0,53$.

Or, il résulte d'expériences dont nous donnerons plus loin les résultats et qui ont été faites chez Krupp à Essen, que *f* atteint difficilement 0,50. Dans ces conditions, il y aurait donc glissement. Mais déjà à la profondeur actuelle du puits en question : 304 mètres, prenons 300 mètres chiffres ronds, on n'aurait plus glissement dans ces conditions. En effet, *P* se décompose alors comme suit :

Cage	2,250	kilos.
Wagons	1,200	id.
Charbon	2,000	id.
Câble	1,650	id.
Total. . .	7,100	id.

Q est égal à 5,100 kilos pendant la course et à 1,650 kilos quand la cage repose sur les taquets du fond. Nous aurons donc :

$$\frac{P}{Q} = \frac{7,100}{1,650} = 4,303$$

dont le

$$\log = 0,6337713 = f \times 1,364$$

d'où $f = 0,46$. Il y aurait donc entraînement. Celui-ci se produirait *a fortiori* si la cage était occupée par du personnel.

Lorsque M. Trasenster a publié son mémoire, on n'avait, sur la valeur du coefficient f que des renseignements très vagues. Les expériences dont nous venons de parler, exécutées chez M. Krupp, ont permis d'établir des valeurs de ce coefficient dans des conditions déterminées. Ces expériences ont été exécutées avec une corde de 7,7 millimètres de diamètre en fil galvanisé sur une poulie de 1 mètre de diamètre en bois de hêtre, les fibres du bois étant transversales à la corde. On a fait varier la partie de circonférence embrassée par la corde, et la gorge de la poulie ; on a également arrosé la corde, puis la corde et la poulie, avec de l'eau et avec de l'huile de navette. Dans toutes ces conditions, on suspendait un poids Q à l'une des extrémités de la corde et on cherchait le poids P qui, agissant à l'autre extrémité, était capable de faire glisser la corde sur la poulie. Ayant ainsi P et Q, de plus, S étant donné par les conditions de l'expérience,

il était facile de déduire f de la formule

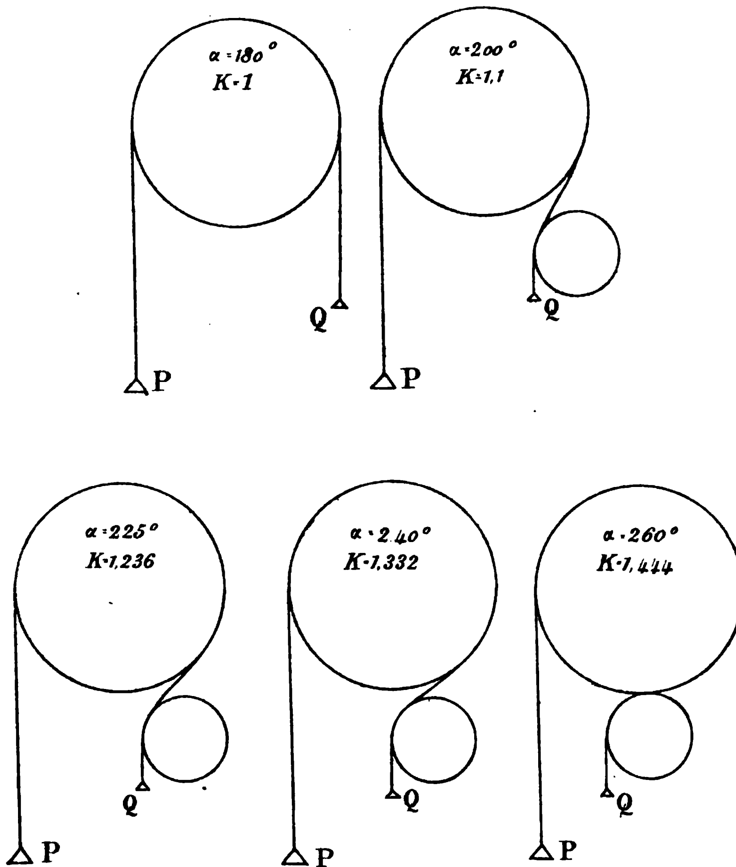
$$P = Q.\, e.^{\frac{f\,s}{r}} = Q.\, e^{f.\pi\,\frac{s}{\pi.\,r}}$$

et en posant

$$\frac{s}{\pi.\,r} = K \qquad \text{et} \quad F = \frac{P}{Q} \qquad \text{on avait} \quad \frac{P}{Q} = F = e.^{f.\,\pi.\,K}$$

Voici qu'elles ont été les expériences faites et leurs résultats.

On a fait varier l'arc embrassé par la corde comme il est indiqué dans les cinq croquis suivants :



Les autres variantes de l'expérience sont indiquées dans le tableau ci-après.

ESSAIS.	K.	P.	Q.	F.	f.
Premier essai.					
La rainure de la poulie n'avait pas exactement une section demi-circulaire; la corde touchait aux parois à mi-hauteur de la gorge. Corde et poulie étaient sèches. La corde glissait lentement.	1 1.1 1.236 1.332 1.444	482 541 672 757 910	100 100 100 100 100	4.82 5.41 6.72 7.57 9.10	0.500 0.488 0.490 0.484 0.487
Deuxième essai.					
La rainure avait exactement une section demi-circulaire, la corde collait au fond de la gorge. Corde et poulie étaient sèches. La corde glissait lentement.	1 1.236 1.444	233 363 494	50 50 50	4.66 7.26 9.88	0.49 0.510 0.505
Troisième essai.					
La corde était humectée d'eau, la poulie sèche. La corde glissait plus rapidement.	1 1.236 1.444	296 548 680	50 50 50	5.92 10.96 13.60	0.566 0.617 0.575
Quatrième essai.					
Corde et poulie étaient arrosées d'eau. La corde glissait subitement.	1 1.236 1.444	296 548 680	50 50 50	5.92 10.96 13.60	0.566 0.617 0.575
Cinquième essai.					
La corde était légèrement humectée d'huile de navettes. Elle glissait lentement.	1 1.236 1.444	110 119 151	50 50 50	2.20 2.38 3 02	0 257 0.223 0.243
Sixième essai.					
Corde et poulie étaient arrosées d'huile de navettes. La corde glissait lentement.	1 1.236 1.444	89 106 119	50 50 50	1.78 2.12 2.38	0.183 0.193 0.223

On voit que dans les conditions du deuxième essai, qui sont celles dans lesquelles nous avons toujours vu fonctionner le système, le coefficient *f* varie de 0,49 à 0,51, donc dans des limites assez rapprochées. Il en est de même dans le premier essai qui représente assez

bien les conditions que l'on aurait avec une corde neuve dans une gorge neuve. Dans le troisième et le quatrième essai la valeur de f atteint 0,617 ; cela tient sans doute à ce que le bois de la gorge se gonfle sous l'action de l'humidité et serre la corde ; aussi quand le glissement commence dans cet essai, il se produit brusquement. Enfin on voit par le cinquième et le sixième essai que malgré l'humectage à l'huile de navettes, le coefficient f conserve encore une valeur qui n'est jamais inférieure à 0,183 et dans ce cas le rapport F est encore 1,78. On se trouverait alors dans des conditions comparables à celles qui résulteraient du graissage du câble.

Ces résultats d'expériences étant donnés, voyons si, dans la pratique, les charges portées par les deux brins de la corde dans différentes circonstances n'amèneraient pas le glissement sur la poulie. A cet effet, désignons par Q_1 la charge totale du côté de la cage vide, par P_1 la charge totale du côté de la cage pleine et voyons si P_1 ne dépassera jamais le produit de Q_1 par F.

Au puits B du charbonnage de Hannover on a la disposition représentée dans la figure 2 et l'on s'y trouve dans le cas où $\alpha = 225^\circ$ et $K = 1{,}236$.

La corde y est chargée de :

A. A la descente et à la remonte du personnel :

Poids de la cage	2,940 kilos
Accessoires de fermeture	204
Corde de 330 mètres à 6k,3 par mèt.	2,079
Attaches à friction	137
Poulie du fond et contre-poids $\frac{1{,}000}{2}$ =	500
Q_1 =	5,860
20 hommes à 75 kilos =	1,500
P_1 =	7,360

B. A l'extraction du charbon avec quatre chariots :

Poids de la cage	2,940 kilos
Corde	2,079
Attaches à friction	137
Poulie du fond	500
4 chariots vides	1,200
$Q_1 =$	6,856
Charbon	2,000
$P_1 =$	8.856

C. A l'extraction du charbon avec six chariots :

Poids de la cage	2,940 kilos
Corde	2,079
Attaches	137
Poulie du fond	500
6 Chariots vides	1,800
$Q_1 =$	7,456
Charbon	3,000
$P_1 =$	10.456

Or, dans le cas où nous nous trouvons, les six essais exposés ci-dessus ont donné les chiffres suivants :

Dans le	premier essai	$f =$	0,49	et $F =$	6,72.
»	deuxième	»	0,051	»	7,26.
»	troisième	»	0,617	»	10,96.
»	quatrième	»	0,617	»	10,96.
»	cinquième	»	0,223	»	2,38.
»	sixième	»	0,193	»	2,12.

Il en résulte, que si nous désignons par φ *le coefficient de sécurité contre le glissement*, donné par la formule

$$\varphi = \frac{F.Q_1}{P_1}$$

nous aurons le tableau suivant :

ESSAIS.	A la descente et à la montée du personnel.		A l'extraction avec quatre chariots.		A l'extraction avec six chariots.	
	FQ_1.	φ.	FQ_1.	φ.	FQ_1.	φ.
Premier essai. . .	39.379	5.35	46.072	5.2	50.104	4.78
Deuxième essai . .	42 544	5.78	49.776	5.62	54.131	5.18
Troisième essai . .	54.612	7.42	63.898	7.21	69.490	6.64
Quatrième essai . .	64.226	8.72	75.142	8.49	81.718	7.81
Cinquième essai . .	13 947	1.9	16.317	1.84	17.745	1.7
Sixième essai . . .	12.423	1.69	14.535	1.64	15.807	1.51

On voit d'après cela, que, pour la profondeur considérée, il n'y aura pas de glissement quel que soit l'état du câble.

Au charbonnage de Hibernia à Gelsenkirchen, au puits n° 2, le système Koepe est en usage depuis deux ou trois ans. Le directeur est satisfait du système et n'y voit aucun inconvénient, au contraire, au point de vue de la sécurité. Seulement, il estime que si le puits était humide, le câble glisserait souvent sur la poulie. Nous avons également entendu formuler ce reproche par d'autres ingénieurs. Nous venons de voir que dans les résultats des expériences faites aux usines Krupp sur l'adhérence, on est arrivé à une conclusion contraire à cause du gonflement du bois de la gorge sous l'action de l'humidité ; mais tout fait prévoir que l'inconvénient signalé se produirait dès que l'usure aurait détruit l'effet du gonflement.

La Direction de Hibernia a été amenée a adopter le système par suite de l'approfondissement de son puits et de l'insuffisance de sa machine pour les profondeurs actuelles et pour des cages à quatre chariots au lieu de cages à deux chariots. Pour le même motif, le puits n° 1 du même charbonnage va être pourvu du même

système : il suffira d'ailleurs, comme cela s'est fait pour l'autre puits, de transformer les tambours en poulies à friction, tout le reste de l'installation pouvant servir.

C'est à peu près dans les mêmes conditions et pour un motif analogue que l'on a appliqué le système Koepe au charbonnage Ewald et l'on y est satisfait de ses résultats.

Outre les charbonnages où le système Koepe est employé dans son entièreté, il y en a un grand nombre en Allemagne où l'on emploie le système mixte, c'est-à-dire les tambours cylindriques avec le câble d'équilibre. Ce système participe à tous les avantages du système Koepe, sauf à ceux qui résultent de l'emploi de câbles de longueur moitié moindre et de leur moindre fatigue, de la simplicité et de l'emplacement restreint. Ils sont en usage courant en Westphalie, à Dresde et à Sarrebruck, et nous en avons vu des exemples exposés à Berlin.

Généralement, dans ces installations, tandis que le câble supérieur est rond métallique, le câble d'équilibre, en aloès ou en métal, est plat pour empêcher l'entortillement et le ballottement. Nous verrons plus tard que l'inconvénient de l'entortillement et surtout de la détorsion s'est produit aux charbonnages des Viviers à Gilly et a fait renoncer à l'emploi du câble rond isolé comme câble d'équilibre.

Autant que possible, dans le bassin de Sarrebrück on tient à relier directement le câble inférieur au câble supérieur et non à l'atteler à la cage, afin de ne pas surcharger celle-ci et de lui éviter une construction trop lourde. A Kreuzgräben, c'est par une tige en fer qui traverse la cage. Ailleurs on se sert d'un cadre de contour. Ce dernier système était adapté à une cage grandeur naturelle exposée à Berlin par la mine royale

de Heinitz (1). Cette cage était en outre pourvue de l'attelage Baumann. (Voir figures 3 et 4).

Le serre-câble de Baumann consiste en une boîte conique en laiton en trois pièces, dans laquelle est coulé du métal blanc qui épouse la forme du câble. Cette boîte est placée dans une seconde en fer forgé dont la forme correspond à la première. Par l'action du poids pendant, en vertu de la forme conique, les joues sont fortement serrées contre le câble. La deuxième boîte est liée, directement ou non, à la cage. Dans certains cas, la liaison se fait par un ressort à boudin, une couronne et des tirants. Le ressort à boudin a surtout pour but, lors de l'enlèvement de la cage, de protéger tant celle-ci que le câble contre une action trop violente capable de les endommager. L'attelage est disposé de façon à attirer une portion du câble supérieur vers la cage sans plier le câble. Le serre-câble se meut dans ce cas avec le ressort à boudin et le cadre de contour vers la cage. Ce cadre entoure la cage et relie le câble inférieur au câble supérieur. Son attache au câble supérieur se fait par une seconde boîte Baumann. De cette façon on soustrait la cage à l'influence du poids du câble inférieur. On peut également relier élastiquement ce câble au cadre par un ressort.

Ce cadre de contour a l'avantage de faciliter le remplacement des cages.

Nous allons examiner les divers reproches que l'on peut formuler contre l'emploi du système Koepe ; nous dirons, le cas échéant, par quelles mesures on pourrait remédier aux inconvénients signalés. La plupart des reproches ont déjà été indiqués par Trasenster et par

(1) A. Haslacher. *Bergbauliche Mittheilungen aus der « Deutschen Allgemeinen Ausstellung für Unfallverhütung »*, Berlin 1889. *Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen.* XXXVII[e] vol.

d'autres auteurs. Nous ne les reprenons ici que pour rendre notre exposé aussi complet que possible. D'ailleurs, l'expérience acquise actuellement permet d'écarter un certain nombre de ceux considérés jadis comme très graves.

Premier reproche. — En cas de rupture du câble, les deux cages retombant au fond du puits, il y a d'abord catastrophe double si les deux câbles portent des ouvriers, et il ne reste plus de cage permettant de porter secours.

Nous ferons remarquer en premier lieu : que la rupture du câble est bien moins à craindre avec le système Koepe qu'avec le système ordinaire :

a) A cause de la grande uniformité de la vitesse provenant de l'uniformité absolue de la résistance, ce qui permet d'atteindre la même vitesse moyenne ou même une vitesse moyenne plus grande, tout en restant en dessous des vitesses maxima auxquelles on arrive avec le système ordinaire.

b) A cause de l'absence de chocs au départ, par le fait que le câble est toujours tendu, alors que dans le système ordinaire, la corde, trop longue, se repliant sur la cage, il y a à chaque renlevage une secousse violente imprimée au câble.

c) A cause de l'absence de chocs violents pendant la marche.

En effet :

Malgré la régularité de la vitesse, un déraillement peut toujours se produire, ou bien un pièce du guidonnage peut être brisée, ou bien encore un obstacle quelconque peut se mettre en travers du puits et arrêter net la cage en mouvement. Si la vitesse est grande, il y aura évidemment une secousse imprimée à la cage, mais la violence de la traction aura pour limite le frottement du câble sur la poulie motrice; le câble

glissera, son mouvement ascensionnel s'arrêtera sous un effort trop grand, de la même manière que le cercle de la perforatrice Elliott cède lorsque la résistance devient trop grande.

Si donc nous admettons, ce qui n'est pas toujours le cas, qu'avec le système ordinaire il n'y aurait qu'une seule cage précipitée dans le puits lors d'un accident, et qu'avec le système Koepe il y aurait toujours deux cages à la fois chargées d'ouvriers lorsqu'un accident surviendrait, la catastrophe serait à la vérité double, mais comme elle aurait plus de la moitié moins de chances de se produire, il en résulterait en définitive un nombre moins grand de victimes.

On pourrait encore parer à ces accidents, dans une certaine mesure, par l'emploi de parachutes, et il est à remarquer que l'emploi de cet appareil ne présenterait ici que des avantages, les inconvénients résultant du fonctionnement intempestif en pleine marche et de la détérioration du guidonnage qui en est la conséquence, ne pouvant se présenter dans le système Koepe où la vitesse est parfaitement régulière si la machine est bien conduite.

Les guides rapprochés pourront être utilement conservés, et leur action ne manquerait pas d'être efficace pour arrêter la cage et faire glisser le câble sur la poulie sans le briser, si, par suite du peu de hauteur du châssis à molettes, la cage pouvait arriver jusque là.

Quant à l'inconvénient de la suppression des deux cages en cas d'accident, et de l'impossibilité par cela même de porter secours, on y remédiera aisément par l'obligation d'avoir installée à côté du puits une bonne machine-cabestan, toujours en état de fonctionner et qui servirait non seulement en cas de rupture de câble ou d'ancrage de cage, mais encore en cas d'accident

survenu à la machine elle-même, ou bien enfin, comme nous le verrons dans la description de l'installation des Viviers, en laissant sur l'arbre de la poulie une des anciennes bobines munie d'un câble plat en aloès.

Dans l'esprit de l'article 13, 6° du règlement de police de 1884 une telle machine-cabestan est d'ailleurs presque toujours nécessaire.

Deuxième reproche. — Le câble ayant une section constante, le poids du câble sera plus fort. Avec des câbles bien conditionnés, en fil d'acier, cet inconvénient ne se fera sentir qu'à grande profondeur ; cette profondeur dépasse de beaucoup les besoins actuels.

En tous cas, si le poids du câble par mètre courant atteint un chiffre trop élevé, si l'on est conduit à employer des câbles de trop fort diamètre, on parera en partie à cet inconvénient en employant des câbles multiples comme l'a fait M. De Mot d'Hornu dans l'installation des Viviers. D'ailleurs, il y a lieu de faire observer que le poids du câble n'intervient pas comme résistance : quel qu'il soit, il est toujours équilibré.

Troisième reproche. — Il faut un câble contre-poids suspendu aux cages, lequel exige des frais d'entretien et de surveillance.

Le câble contre-poids ne fatigue pour ainsi dire pas, quand il est disposé de façon à ne pas s'entortiller ni se détordre, et doit être peu surveillé. Cependant, on semble redouter cette torsion dans plusieurs charbonnages, et même parfois les câbles d'équilibre sont des câbles plats en aloès ou en métal.

Quatrième reproche. — Le câble d'extraction doit avoir une longueur exacte. Celle-ci peut être obtenue et l'est réellement par des tendeurs à vis.

Cinquième reproche. — On ne peut faire circuler une seule cage lorsqu'un des compartiments est hors de service.

Il n'est jamais recommandable de marcher à simple trait ; ce qu'il y a de mieux dans ce cas, c'est de remettre le puits en bon état le plus tôt possible ; dans l'intervalle on se servira de la machine-cabestan.

Sixième reproche. — On ne peut déplacer le point d'inflexion du câble à l'enlevage comme cela se fait avec les câbles ordinaires par des retranchements successifs des bouts.

Ce reproche paraît très fondé. Avec ce système, chaque section de la corde fonctionne successivement à sa charge maximum, qu'elle atteint quand elle arrive au point de tangence du câble avec la molette où la poulie motrice. La section du câble qui se trouve en ce point quand la cage est au fond du puits fatigue plus que les autres, vu qu'en outre de la charge à enlever, qui est toujours la même, elle a en ce moment l'inertie à vaincre. Ce serait un inconvénient réel de ne pouvoir faire varier ce point; il est à remarquer toutefois que la cage se mettant en mouvement sans choc, puisque le câble est toujours tendu, la fatigue imprimée à ce dernier de ce chef est aussi faible que possible, et bien inférieure à celle qui s'exerce sur l'enlevage du câble dans le système ordinaire.

En tous cas, M. Koepe n'a pas, que nous sachions, cherché jusqu'à présent à remédier à cet inconvénient,

A notre avis, il y aurait cependant moyen, et cela par divers procédés que nous allons indiquer, d'échapper à ce reproche en même temps qu'au reproche suivant, qui est formulé par M. Haton de la Goupillère dans son Cours d'exploitation des mines, t. II., p. 83.

Septième reproche. — Suppression du coupage à la patte, opération que l'on tend de plus en plus à introduire dans une saine pratique.

On peut effectuer ce coupage à la suite de périodes plus ou moins longues, en remplaçant les bouts coupés

par un jeu de tiges en fer rond. C'est, croyons-nous, le procédé suivi en Allemagne, où le règlement de police des mines prescrit le coupage des bouts de câble tous les trois mois, afin de permettre des essais sur leur résistance.

M. Haton de la Goupillère indique lui-même un autre remède à propos des tambours à contre-câble d'équilibre, même t., p. 85. Il suffit pour cela de rendre le câble Koepe réellement continu au lieu de le composer de deux parties comme actuellement, et d'amener les cages successivement à divers points du câble. L'inconvénient de cette pratique est de ne pouvoir plus faire servir les vieux câbles d'extraction comme contre-câbles d'équilibre. Cet inconvénient serait en grande partie compensé par l'avantage de pouvoir faire servir successivement chaque partie du câble comme enlevage et comme patte, ce qui allongerait de beaucoup sa durée. Seulement, l'emploi du câble continu traversant la cage sur toute sa hauteur n'est pas possible avec les cages à un chariot par étage; il ne peut guère avoir lieu qu'avec les cages dont les étages sont à deux chariots côte à côte.

Pour les autres cages on pourrait laisser de la corde sur chaque cage. On se servirait dans ce cas d'un mode spécial d'assemblage de la cage au câble, celui de Baumann, que nous avons indiqué précédemment, ou un autre du même inventeur, qui est décrit dans la *Revue Industrielle* de 1881, p. 143 : le câble est coincé entre les quatre quarts indépendants d'un fourreau, engagés à l'intérieur d'un second fourreau légèrement tronconique dont l'épaisseur est traversée par des vis de pression destinées à comprimer le câble entre les quatre parties de la gaîne intérieure.

II. — Système Koepe modifié par M. De Mot

Le système Koepe modifié par M. De Mot, fabricant de cordes à Hornu, a reçu une application dans notre pays, au puits du moulin des charbonnages des Viviers réunis à Gilly, dirigés par M. Gillieaux.

Ce puits a actuellement une extraction de 300 tonnes de charbon et de 150 wagonnets de terres, aux étages de 160, 300, 704, et 790 mètres; de plus, il remonte 100 wagonnets de terres de l'étage de 650 mètres qui est en préparation; enfin, prochainement, l'étage inférieur sera porté à la profondeur de 870 mètres.

Les cages ont six étages et un chariot par étage; elles pèsent vides 2,300 kilos; les chariots vides pèsent 230 kilos, soit pour six chariots 1,380 kilos. La charge utile est de 2,400 kilos en charbon et de 3,000 kilos en terres, soit 2,700 kilos en moyenne.

A cause de la faible durée de la garantie accordée pour les câbles plats en aloès à de telles profondeurs et du prix élevé de l'aloès, M. Gillieaux a été amené à chercher le moyen de réaliser des économies sur les câbles d'extraction qui grèvent fortement le prix de revient; et de prime abord il a songé au remplacement des câbles en aloès dont il se servait primitivement, par des câbles métalliques. Ceux-ci, en effet, ont une force portante qui, pour l'acier rond, varie de 1,500 à 2,000 kilos et pour l'acier plat de 1,100 à 1,270 kilos; tandis que l'aloès a une force portante de 800 à 900 kilos seulement; son prix au kilogramme est au contraire plus élevé que celui du métal.

De plus, à grande profondeur, les câbles en aloès s'écrasent à l'enlevage, leur poids étant très grand et le rayon d'enroulement faible eu égard à leur épaisseur. Le décousage des aussières est également plus fréquent.

Enfin, au point de vue de la manière d'être, de l'homogénéité, le fil d'acier est beaucoup supérieur au fil d'aloès.

Seulement, les câbles métalliques, principalement les câbles ronds, sont jusqu'à présent peu employés dans notre pays. Seules les Sociétés Cockerill et de Bascoup emploient les câbles métalliques ronds ; et au puits n° 5 de cette dernière société notamment, un câble rond de section uniforme vient d'être mis hors d'usage, bien que son état fût encore très satisfaisant, après avoir extrait à la profondeur de 250 mètres, 1,000,000 de tonnes et avoir servi pendant cinq ans.

En Allemagne, au contraire, le fer et l'acier ont toujours été plus employés que l'aloès et les statistiques créées en 1872 pour la sécurité de l'extraction en général et de la translation des ouvriers en particulier paraissent favorables à l'acier rond.

Nous extrayons de ces statistiques les renseignements suivants :

Statistique des câbles d'extraction de l'administration supérieure des mines de Dortmund. 1888.

« La statistique des câbles d'extraction créée depuis l'année 1872 pour l'accroissement de la sécurité de l'extraction en général et de la translation des ouvriers en particulier par la publication des états de service des câbles, a jusqu'à présent compris les câbles suivants :

ANNÉES.	NOMBRE DE MINES qui ont pris part à la statistique.	CABLES PLATS				CABLES RONDS		NOMBRE TOTAL.
		en acier fondu.	en fer.	en aloès.	en chanvre.	en acier fondu.	en fer.	
1872 . .	59	1	28	9	1	6	69	114
1873 . .	76	1	26	9	»	23	97	156
1874 . .	92	4	30	14	2	42	106	198
1875 . .	97	8	23	5	4	74	112	226
1876 . .	91	11	11	6	1	85	103	217
1877 . .	85	17	10	3	»	81	67	178
1878 . .	90	28	3	5	»	102	64	202
1879 . .	78	23	3	3	»	99	44	172
1880 . .	79	19	2	8	»	106	35	170
1881 . .	76	20	6	1	»	97	41	165
1882 . .	89	25	4	4	»	126	35	194
1883 . .	85	20	1	4	»	138	24	187
1884 . .	85	30	»	3	»	139	18	190
1885 . .	86	37	»	5	»	163	26	231
1886 . .	95	33	»	3	»	161	7	204
1887 . .	91	32	»	4	»	156	9	201
1888 . .	101	45	»	1	»	201	2	249
De 1872 à 1888		354	147	87	8	1,799	859	3,254

Il résulte de l'examen de ce tableau que les câbles en acier fondu, principalement les câbles ronds, jouissent seuls d'une faveur croissante.

Des 3,254 câbles employés pendant les 17 années 1872-1888, les suivants ont donné lieu à des ruptures subites pendant leur usage.

24 des	354	câbles	plats en fil d'acier fondu		soit	6,78 %
19 des	147		id.	de fer	soit	12.92
6 des	86		id.	aloès	soit	6,98
0 des	8		id.	chanvre		
57 des	1.799	id.	ronds en fil d'acier fondu		soit	3,17
104 des	859	id.	id.	de fer	soit	12,11
210 des	3,254	id.			soit	6,45

Les cas de ruptures subites se répartissent sur les diverses années comme suit :

En 1872,	22 des 114	cordes mises hors	de service	soit	19.30 %
1873,	22 des 156	id.	id.		14,10
1874,	19 des 198	id.	id.		9,64
1875,	19 des 226	id.	id.		8.40
1876,	15 des 217	id.	id.		6,91
1877,	16 des 178	id.	id.		8,98
1878,	19 des 202	id.	id.		9,40
1879,	9 des 172	id.	id.		5,32
1880,	8 des 170	id.	id.		4,70
1881,	8 des 165	id.	id.		4,85
1882,	15 des 194	id.	id.		7,73
1883,	8 des 187	id.	id.		4,27
1884,	6 des 190	id.	id.		3,16
1885,	7 des 231	id.	id.		3,03
1886,	5 des 204	id.	id.		2,45
1887,	3 des 201	id.	id.		1,49
1888.	9 des 249	id.	id.		3,61

Les modes d'application des câbles ronds en Westphalie sont : le tambour cylindrique ou spiraloïde, mais principalement le premier, généralement avec câbles ronds uniformes, et le système Koepe.

L'emploi des tambours, outre qu'il est très coûteux d'installation, exige un espace suffisant pour pouvoir les installer entre les cylindres de la machine d'extraction et un arbre de fort diamètre ; de plus, il présente le grave inconvénient de déplacer le câble sur les tambours pendant l'enroulement et le déroulement. Cet inconvénient aurait été insurmontable aux Viviers à cause de la grande profondeur du puits et de la faible distance de son axe à la machine.

Signalons à cette place le système de molettes qu'a employées M. Koepe dans une installation provisoire pour obvier à cet inconvénient des tambours. Les axes des molettes étaient filetés et se déplaçaient par la rotation au fur et à mesure de l'enroulement et du déroulement des câbles, et les choses étaient disposées de telle façon que quand une cage était au jour, le brin de câble auquel elle était suspendue était vertical.

M. Gillieaux se résolut à adopter le système Koepe auquel M. De Mot apporta diverses modifications. Parmi celles-ci, la plus importante consiste dans l'emploi de deux câbles au lieu d'un, passant sur une poulie et des molettes à double gorge, et attelés à la cage de façon à ce qu'ils supportent toujours chacun la moitié de son poids.

Les deux câbles ensemble travaillent environ au 1/12 de leur charge de rupture totale, de sorte que chaque câble, seul, travaillerait au 1/6 et serait suffisamment fort, au cas de la rupture de l'autre, pour supporter le poids de la cage. Nous décrirons par la suite le dispositif qui permet de faire travailler les deux câbles également et de faire porter, en cas de rupture de l'un d'eux, la cage par l'autre. On a donc ainsi deux sûretés au lieu d'une.

Tel n'a cependant pas été le but unique de la modification. Comme l'extraction aux Viviers se fait à grande profondeur et par de grandes cages, et que le poids du câble est proportionnel au carré de son diamètre, tandis que la surface de la gorge est proportionnelle à ce diamètre, M. De Mot a voulu éviter l'écrasement du bois de la gorge de la poulie en répartissant la charge sur deux câbles et par conséquent sur deux gorges. Enfin, à cause de la grande profondeur, un câble unique travaillant au 1/12 aurait eu un diamètre assez fort et la confection d'un tel câble, outre qu'elle présente beaucoup plus de difficulté, laisse toujours à désirer. En effet, il faut employer un diamètre de fil assez fort et un métal de haute tension, ce qui diminue l'élasticité du câble, lui donne de la rigidité, et par suite diminue sa durée.

M. De Mot estime qu'à grande profondeur et avec de grandes cages, le dédoublement du câble s'impose pour les motifs que nous venons d'indiquer. Ce qui l'a

amené à cette modification, c'est l'usure rapide de la gorge de la poulie au charbonnage Ewald à Recklinghausen, où l'extraction se fait à 600 mètres de profondeur.

Les figures 5 et 6 donnent une idée générale de l'intallation du puits du Moulin. Dans ces figures, *T* est la poulie motrice à double gorge, *M* et *M'* les molettes convergentes, à double gorge également, *C*, *C*, *C*, *C*, le double câble moteur; *C'*, *C'* le double câble d'équilibre.

La machine d'extraction est horizontale à deux cylindres avec détente variable par le régulateur système Hoyois. Les pistons ont $0^m,95$ de diamètre et $1^m,50$ de course.

Elle actionne directement l'arbre qui porte la poulie motrice.

Celle-ci a 7 mètres de diamètre. Elle est représentée de vue et de profil dans les figures 9 et 10. Pour la construire, on a utilisé une des anciennes bobines que l'on a modifiée en conséquence, et l'on a garni sa jante de blocs de bois de $0^m,20$ d'épaisseur placés transversalement et munis de deux rainures parallèles, distantes de $0^m,20$ d'axe en axe et ayant le diamètre du câble soit $0^m,041$. Ces blocs sont fixés par des boulons radiaux situés entre les deux gorges. Le bois employé est du hêtre blanc bien sec. On n'a pas fait d'expériences sur la résistance à l'écrasement de ces blocs. D'après des essais d'Hodgkinson sur les bois façonnés en cylindres de $0^m,0508$ de hauteur et de $0^m,0254$ de diamètre, le hêtre à l'état de sécheresse ordinaire à une résistance de $543,^k4$, et à l'état très sec, de 658 kilos.

Les blocs de poulie des Viviers se sont usés de 0,050 environ en neuf mois, et il y a tout lieu de croire qu'il faudra les remplacer au bout d'un an ou même d'un temps moins long. Le prix de la garniture en bois

de cette poulie, placement compris, est de 280 francs. Le remplacement des blocs est très facile, et ne nécessite pas l'enlèvement des câbles ; on remplace d'abord ceux de la demi-circonférence libre, en entaillant et en sacrifiant les blocs extrêmes pour raccorder la partie nouvelle avec la partie ancienne, puis on fait faire un demi-tour à la machine et on continue le remplacement de la même manière. Celui-ci, en préparant les pièces à l'avance, peut s'achever en 3 ou 4 heures.

On pourrait également faire les blocs en acacia, bois plus dur que le hêtre, mais plus difficile à trouver aux dimensions voulues.

A cause du grand diamètre de la poulie, la machine doit marcher à une vitesse trop faible pour que le régulateur agisse sur la détente ; de plus, la résistance agit au bout d'un bras de levier très grand et son moment est par conséquent énorme. Les organes de la machine doivent donc être très solides. Aussi M. Gillieaux se propose-t-il de réduire le diamètre à 5 mètres, ce qui lui permettra de faire marcher la machine à détente (1). De plus, il installera les mâchoires du frein directement sur la jante de la poulie motrice, ce qui est une très bonne disposition. Il étudiera également s'il n'y aurait pas moyen de construire ces mâchoires de façon à serrer en même temps les câbles au fond des gorges ; de cette manière, en cas de rupture de câble, une seule cage retomberait au fond du puits. Ainsi disparaîtrait un des reproches que l'on a faits au système Koepe, celui d'occasionner une catastrophe double en cas de rupture du câble. Quant à la seconde bobine, elle avait été maintenue sur l'arbre de la

(1) Cette modification a été apportée récemment, et bien que la charge utile extraite ait été augmentée par l'agrandissement des chariots qui contiennent maintenant 500 kilos de charbon, soit 3,000 kilos pour six chariots, on peut faire l'extraction à la profondeur de 790 mètres avec une pression de 1 3/4 et même 1 1/2 atmosphère. A. D. V. W.

machine, elle portait un câble plat qui aurait servi en cas d'accident; elle est devenue inutile, parce qu'un cabestan qui a servi à l'enfoncement du puits a été conservé et la remplace avantageusement.

Pour être renseignés sur l'adhérence et le coefficient de sécurité contre le glissement que présente la poulie à double gorge du puits du moulin, nous pouvons prendre les résultats des expériences faites chez Krupp à Essen, en tenant compte de ce que chaque câble supporte la moité de la charge.

La charge à extraire est :

A. — A la remonte et à la descente du personnel :

Poids de la cage	2,300 kilos
Régulateur de tension	330
Tendeur au fond de la cage. . . .	90
Poids du câble dans le puits . . .	7,900
$Q_1 =$	10,620 kilos

et pour chaque câble 5,310 kilos.

18 hommes à 75 kilos	1,350
$P_1 =$	11,970 kilos

et pour chaque câble 5,986 kilos.

B. — A l'extraction avec six chariots :

Poids de la cage.	2,300 kilos
Régulateur de tension	330
Tendeur du fond de la cage . . .	90
Câble	7,900
Chariots vides	1,380
$Q_1 =$	12,000 kilos

et pour chaque câble 6,000 kilos.

Charge de terres	3,000
$P_1 =$	15,000 kilos

et pour chaque câble 7,500 kilos.

Si nous extrayons des tableaux des essais d'Essen les chiffres relatifs au cas actuel où $K = 1$, nous avons :

Dans le premier essai	$f =$	0, 50	et	$F =$	4,82
» deuxième	»	0, 49	»		4,66
» troisième	»	0,566	»		5,92
» quatrième	»	0,566	»		5,92
» cinquième	»	0,257	»		2,20
» sixième	»	0,183	»		1,78

Il s'ensuit que l'on a les résultats suivants pour les coefficients de sécurité contre le glissement :

$$\varphi = \frac{FQ_1}{P_1}$$

ESSAIS	A la descente et à la remonte du personnel.		A l'extraction avec six chariots de terre.	
	FQ_1	φ	FQ_1	φ
Premier essai.	25.599	4,27	30.944	3,9
Deuxième id.	24.749	4,13	29.917	3,7
Troisième id.	31.441	5,25	38.006	4,8
Quatrième id.	31.441	5,25	38.006	4,8
Cinquième id.	11.682	1,95	14.124	1,79
Sixième id.	9.453	1,58	11.427	1,44

Par conséquent, aussi bien pour l'extraction des terres que pour la translation du personnel, le coefficient de sécurité est suffisant.

Les câbles moteurs sont ronds en acier, de $0^{m},041$ de diamètre ; ils sont composés de 8 torons de 19 fils chacun. Le diamètre des fils est de $2^{mm},2$, leur section de 3,8 ; la section totale du câble de $19 \times 8 \times 3,8 = 577^{mm^2},6$. D'après le procès-verbal de l'essai fait le 15 juin 1889 au banc d'épreuve de l'Etat à Malines, la charge de rupture totale a été de 75,125 kilos

soit $130^{k},1$. par millimètre carré. Cette charge de rupture dépasse le triple de l'effort qui serait nécessaire pour faire glisser le câble sur la poulie pendant la translation du personnel. Si donc cet effort se produisait par suite d'un choc le long du puits, le glissement commencerait et le câble ne travaillerait encore qu'au tiers.

La charge de rupture des deux câbles serait donc de 150250 kilos. Or, comme nous l'avons vu, le câble double du puits du Moulin supporte, pendant l'extraction des terres, un poids $P_1 = 15{,}000$ kilos ; il travaille donc alors environ au 1/10; pendant l'extraction du charbon, il supporte 14,400 kilos ; il travaille donc au $\frac{14{,}400}{150{,}250} = \frac{1}{10{,}4}$; et pendant la translation du personnel il supporte 11,970 kilos ; il travaille donc au $\frac{11{,}970}{150{,}250} = \frac{1}{12{,}5}$.

Les câbles d'équilibre étaient également doubles, ronds et de même poids. Comme il s'agissait aux Viviers d'une installation nouvelle, les câbles d'équilibre, de même que les câbles moteurs avaient été faits neufs. Seulement, comme la fatigue des premiers était moindre que celle des seconds, on les avait confonctionnés en métal de moins bonne qualité, en fer galvanisé résistant à 70 à 80 kilos par millimètre carré ; et tandis que les câbles d'extraction ont coûté fr. 1,25 du kilo, les câbles d'équilibre ne coûtaient que fr. 0,80. Le coût des câbles a ainsi été de 22,000 francs environ, alors que le coût de deux câbles en aloès de 1,000 mètres pesant seulement 9 1/2 kilos au mètre courant soit 19,000 kilos à fr. 1,65 aurait été de 31,350 francs.

Un accident, qui n'a eu d'ailleurs aucune conséquence fâcheuse, s'est produit à la fin de 1889 par suite de la rupture d'un des câbles d'équilibre. Cette

rupture à été amenée par les dégradations qu'avaient subies ces câbles lors de leur pose. Pendant leur descente, ils ont reposé au fond du puits ; il en est résulté qu'en différents points de leur longueur, par suite des diminutions de charges, il se sont recroquevillés et ont formé ce qu'en termes de cordiers on appelle des « cranquions ». On a fait disparaître ceux-ci en tirant sur les câbles, mais il s'est produit en ces points des défauts graves qui ont amené la rupture d'un des câbles, deux jours avant la date fixée pour leur remplacement. Des précautions spéciales sont donc nécessaires pour la pose de ces câbles.

Cet accident a attiré l'attention sur un autre point : si les câbles d'équilibre n'ont pas de charge utile à supporter, ils font un autre travail dont il faut tenir compte ; par suite de leur mouvement de haut en bas et de bas en haut dans le puits, une section donnée de ces câbles a sous elle une longueur et par suite un poids de câble variables ; ces variations amènent des torsions et des détorsions successives dans les câbles ronds. Aussi est-on décidé, dès à présent, à employer à l'avenir comme câbles d'équilibre deux câbles plats métalliques ou encore les deux câbles ronds d'extraction mis hors d'usage, qui seraient accolés et rivés l'un à l'autre. Dans les câbles plats, composés d'un nombre pair d'aussières, deux aussières voisines étant tordues en sens inverse, les torsions s'équilibrent. Il en sera de même des deux câbles ronds rivés. Un second avantage de ces câbles plats, est que leur tendance à l'entortillement est beaucoup moins grande ; une simple pièce de bois placée au fond du puits et sous laquelle passent les câbles suffit pour combattre cette tendance, tandis qu'avec les câbles d'équilibre ronds, on se servait aux Viviers d'un système de galets directeurs qui avaient l'inconvénient d'exiger une surveillance continue et des remplacements fréquents.

Les câbles d'équilibre placés en février 1890 au puits du Moulin, sont dans un parfait état de conservation et aussi peu détériorés que s'ils venaient d'être mis en usage. Le fer employé pour leur confection résiste à 70 ou 80 kilos par millimètre carré. La surveillance de ces câbles est presque nulle. C'est d'ailleurs un travail très facile, et qui est promptement fait.

L'inconvénient des câbles ronds comme câbles d'équilibre paraît réel puisque, dans beaucoup d'applications, faites en Allemagne, de l'équilibre des câbles avec des tambours cylindriques, on se sert de câbles plats comme câbles d'équilibre et de câbles ronds comme câbles moteurs.

Si M. Koepe, dans les installations qu'il a faites lui-même de son système, n'a pas reconnu cet inconvénient, c'est que les puits de Hannover, qu'il a sous sa direction, sont à faible profondeur.

Les molettes ne présentent de particulier que leurs doubles gorges demi-circulaires et leur convergence vers l'axe de la poulie motrice ; elles ont $3^{m},90$ de diamètre.

Le châssis à molettes non plus n'offre aucune particularité.

Enfin les cages en elles-mêmes sont identiques à celles qui existaient primitivement. Elles ont été munies : 1° d'un mode d'attelage spécial de l'invention de M. De Mot pour faire travailler les deux câbles moteurs d'une façon égale, 2° d'attaches du fond aux câbles inférieurs, et 3° d'un parachute Sevrin installé d'une façon très rationnelle. Nous allons décrire sommairement ces divers appareils.

Le régulateur de tension est représenté dans les figures 7, 8, 9 et 10. Les deux câbles *c* et *c* se terminent par des anneaux d'attache *A*, *A* dans lesquels

viennent s'engager deux maillons de la chaîne *S*. Cette chaîne passe sur une poulie *B* polygonale ou ronde suivant la composition de la chaîne. Deux galets *N* et *N* ramènent les brins de la chaîne *S* à l'écartement des deux câbles. La poulie tourne librement sur un arbre dont les coussinets peuvent se mouvoir dans des coulisses *R*, *R*. La chaîne *S* que l'on peut raccourcir à volonté, permet dans les commencements, de remédier à l'allongement des câbles.

Entre les anneaux d'attache *A*, *A* et les extrémités du câble existent des boîtes en fer battu *b* de 0^m,25 de hauteur, formées de deux pièces réunies par des boulons et ayant intérieurement une forme tronconique. La petite base située en haut a 0,042 de diamètre, soit un peu plus du diamètre du câble, et la gande base 0,055; la liaison entre la boîte et l'extrémité du câble que l'on y introduit après l'avoir détordue sur une longueur suffisante, est obtenue en coulant par la grande base un alliage fusible : plomb et antimoine ou antimoine et étain.

En cas de rupture d'un câble, les chaînes *a*, *a* reportent toute la charge sur l'autre câble. On pourrait supprimer ces chaînettes, en rendant sans fin la chaîne *S*, *S*, dont la partie comprise entre les deux maillons *A*, *A* serait flottante, comme il est indiqué au dessin. Enfin, en cas de rupture de la chaîne *S* qui passe sur le régulateur de tension, la cage serait supportée par un câble plat métallique dont les extrémités aboutissent aux anneaux *A*, *A* et qui passe en dessous de la tête de la cage. Ce câble est souple et peut résister à 75,000 kilos.

Le parachute du système Sevrin est attelé sur l'arbre de la poulie d'équilibre. Lorsque la cage est suspendue aux câbles, les coussinets *D*, *D* occupent la position supérieure des coulisses, et deux ressorts *R* et *R'* sont

tendus. Si, par suite d'une rupture de câbles, la cage n'est plus suspendue, ces deux ressorts ramènent vers le bas l'arbre de la poulie d'équilibre et par un jeu de leviers font mordre les dents du parachute dans les guides. Ces ressorts n'interviennent donc pas dans l'attelage de la cage aux câbles, puisque, quand la cage est suspendue, l'arbre atteint la partie supérieure des coulisses ; les câbles métalliques eux-mêmes sont d'ailleurs d'excellents ressorts.

Enfin, la liaison des cages aux câbles d'équilibre est faite par l'intermédiaire de ressorts.

Le système Koepe modifié par M. De Mot est appliqué au puits du Moulin des charbonnages des Viviers, depuis le mois d'août 1889.

Jusqu'à présent il n'a donné lieu à aucun inconvénient important autre que celui résultant de l'emploi des câbles ronds comme câbles d'équilibre.

Non seulement l'on n'a pas reconnu l'utilité des ressorts pour les manœuvres, mais on n'emploie même pas les tendeurs à vis pour régler exactement la position des cages. Ce réglage s'obtient à l'aide des maillons de la chaîne du régulateur de tension et à l'aide d'une disposition spéciale de l'accrochage, dont les taquets peuvent être élevées ou abaissées d'une certaine quantité. On fait même les manœuvres sans se servir des taquets.

Enfin, il a été donné de constater le fait suivant que nous avons signalé dans la première partie de notre rapport, à savoir, qu'au cas où la cage montante rencontrerait une résistance insurmontable, l'effort exercé par la machine sur le câble aurait pour limite le frottement du câble sur la poulie.

Mons, janvier 1891.

MÉLANGES

IV — Quelques règlements particuliers des mines allemandes, traduits par Victor Watteyne et Adolphe Demeure, ingénieurs au Corps des Mines, a Mons.

Nous avons cru utile de faire la traduction d'un certain nombre de règlements particuliers en vigueur dans les mines royales de la Direction de Saarbrücken.

Quelques-unes des recommandations formulées au point de vue de la sécurité et qui ne sont, d'ailleurs, pour la plupart, que le développement des articles des règlements, présentent de l'intérêt. La façon, par exemple, dont se fait, dans les mines de ce pays, la visite des chantiers avant l'arrivée des ouvriers est utile à connaître et pourrait recevoir des applications ailleurs.

D'autres recommandations sont moins intéressantes; nous les donnons à titre de renseignements.

Le règlement d'ordre intérieur ne nous apprend rien au point de vue technique. Cependant, comme la question de la réglementation du travail, de la durée des postes et des rapports entre ouvriers et patrons est à l'ordre du jour, ce document peut offrir quelque utilité.

Nous avons aussi traduit une instruction de l'*Oberbergamt* (Administration supérieure des Mines) de Bonn, relative à l'emploi des explosifs à base de nitro-glycérine et qui contient quelques bonnes recommandations.

Les règlements de toutes sortes sont assez nombreux dans ces mines. Nous avons choisi, dans ceux que nous avons recueillis, les règlements de date relativement récente.

Mai 1890.

1

PRESCRIPTIONS SPÉCIALES

POUR L'EXPLOITATION DES MINES ROYALES DE SULZBACH.

Puits de Sulzbach, d'Altenwald et de Kreuzgräben.

(15 mars 1888).

Conformément au § 25 du règlement de police du 1er août 1887 pour l'exploitation des mines à grisou du district de Bonn, les prescriptions spéciales suivantes sont édictées pour les puits de *Sulzbach*, d'*Altenwald* et de *Kreuzgräben*.

I. — SURVEILLANCE DE L'AÉRAGE. — VISITE RÉGULIÈRE DES TRAVAUX AU POINT DE VUE DU GRISOU. — MESURES A PRENDRE QUAND LA PRÉSENCE DU GRISOU EST CONSTATÉE.

Surveillance de l'aérage.

§ 1er. — La surveillance de l'aérage des puits de Sulzbach, d'Altenwald et de Kreuzgräben se fait par les chefs porions et les porions sous leurs ordres, d'après les règles établies par le directeur des travaux ou par l'inspecteur des mines.

Ils doivent se tenir parfaitement au courant des dispositions prises pour la ventilation de leurs chantiers, apporter le plus grand soin à ce que ces dispositions soient maintenues sans modification et veiller à ce que les chantiers soient en tout temps largement alimentés d'air frais.

§ 2. — Sans le consentement exprès du chef porion, aucune modification ne pourra être introduite dans les installations faites en vue d'assurer une bonne distribution de l'aérage.

§ 3. — Si, dans un quartier de la mine, il arrive que les mesures prises par lui pour la ventilation ne sont plus suffisantes, le porion qui a la surveillance de ce quartier doit en faire aussitôt rapport au chef porion, et celui-ci au directeur des travaux.

Lorsqu'il survient quelque dommage aux appareils servant à la ventilation, ou quelque autre perturbation dans la conduite de l'aérage, celui qui a connaissance de cet état de choses, est tenu d'en avertir de suite

le chef porion ou l'agent de la mine qui se trouve le plus à proximité. Celui-ci devra, dans les cas urgents, faire promptement le nécessaire. Le chef porion devra, d'ailleurs, porter sans retard, le fait à la connaissance du directeur.

§ 4. — Les agents spéciaux (porions d'aérage) qui sont adjoints au chef porion pour les besoins du service, ont pour mission de surveiller dans leurs tournées :

L'ensemble des dispositions prises pour la conduite et l'entretien du courant d'air dans la mine ;

La conduite de l'aérage et sa répartition dans les divers chantiers ;

Ils ne peuvent agir que sur les ordres du chef porion, et ils doivent lui faire rapport de tous les incidents intéressant la circulation de l'air et sa distribution.

Ils n'ont pas d'ordres à donner par eux-mêmes. Ce n'est que dans le cas où, par suite de perturbation dans la conduite de l'aérage, de dérangement de l'une ou l'autre des dispositions prises pour la circulation de l'air, etc..., un délai pourrait être une cause de danger, qu'ils doivent, de concert avec le porion du chantier, prendre les mesures nécessaires pour y obvier. Si le porion du chantier ne peut pas être trouvé assez tôt, ils doivent agir par eux-mêmes. Mais dans tous les cas, ils ont à prévenir le chef porion et le porion du chantier le plus tôt possible.

§ 5. — Tous les ordres importants donnés au sujet de la conduite de l'aérage doivent être consignés par le chef porion dans le registre du charbonnage.

Visite régulière des travaux au point de vue du grisou.

§ 6. — Chaque jour, avant la descente du personnel, tous les points où l'on doit travailler sont l'objet d'une visite faite en vue de constater la présence du grisou.

La visite est faite.

a. Par des *Wettermänner* que le directeur choisit parmi les ouvriers les plus expérimentés et les plus prudents, et dont les noms sont consignés sur le registre de la mine.

b. Par les *Vorfahrer* (précurseurs ou éclaireurs).

Les *Wettermänner* doivent descendre dans la mine immédiatement avant le commencement du poste principal.

A chacun d'eux est assignée une région déterminée dans la mine. Le *Wettermann* doit parcourir, dans cette partie de la mine, toutes les voies principales et secondaires d'aérage pour reconnaître, le cas échéant, par l'aspect de la flamme d'une lampe de sûreté destinée à cet usage, la présence du grisou ; il doit étendre cette visite jusqu'aux points de départ des voies occupées par les ouvriers (voies de tailles, piliers, etc...) et, s'il y a lieu, au delà de ces points, aussi loin qu'il lui est ordonné par le chef porion.

Après cette visite, les *Wettermänner* remontent et font rapport au porion du quartier sur ce qu'ils ont observé et constaté. Ce rapport doit être fait avant le moment fixé pour la descente du personnel.

Les tailles elles-mêmes et tous les points où des ouvriers doivent être occupés sont l'objet d'une visite subséquente faite par les soins des *Vorfahrer*. Ceux-ci sont, pour chaque groupe d'ouvriers, choisis et désignés par le chef porion.

Lors de la descente, chaque bande d'ouvriers ne peut d'abord se rendre que jusqu'où le *Wettermann* a poussé sa visite. Le *Vorfahrer* continue seul jusqu'au lieu du travail, inspectant soigneusement au point de vue du grisou, comme l'a fait le *Wettermann*, les voies d'accès et le lieu de travail lui-même.

Les endroits où les bandes d'ouvriers doivent faire halte et attendre les résultats de la visite du *Vorfahrer* doivent être désignés par le porion du chantier au moyen de grandes croix blanches très visibles.

Si le *Vorfahrer* trouve les voies et les points de travail exempts de grisou, il en permet l'accès à ses camarades.

La visite du *Vorfahrer* n'a pas lieu quand les postes se renouvellent sur place.

Mesures à prendre quand la présence du grisou est constatée.

§ 7. — Si le *Wettermann* trouve une accumulation de grisou dans quelque endroit de la mine, et s'il est possible de dissiper cette accumulation sans un renforcement du courant d'air, le chantier où le grisou a été décelé sera barricadé au moyen de croix en bois par les soins du *Wettermann*. Celui-ci sera tenu d'en faire rapport au porion.

Les lattes nécessaires pour l'établissement de ces barricades doivent toujours être tenues en réserve dans la mine en des endroits convenables et connus des *Wettermänner* et des *Vorfahrer*.

Les galeries et les chantiers ainsi barricadés ne pourront être parcourus par personne, excepté par les agents désignés à cet effet; le travail n'y pourra être repris sans l'ordre exprès du chef porion.

De même que le *Wettermann*, le *Vorfahrer* devra, s'il trouve du grisou, barricader sa galerie, empêcher ses camarades d'aller plus loin et en faire rapport au porion du chantier.

§ 8. — Le chef porion devra ordonner les mesures convenables pour dissiper ces accumulations de grisou, à l'aide des moyens d'aérage existants. Si cela ne réussit pas, il devra en faire rapport au directeur des travaux.

§ 9. — Lors de l'arrêt ou d'un notable dérangement de l'aérage, les agents de la surveillance doivent en temps opportun éloigner les ouvriers des chantiers compromis. La reprise du travail ne peut être permise que lorsque les agents de la surveillance ont constaté par une visite préalable que la sécurité est rétablie.

Aussitôt qu'au cours du travail, un signe de danger apparaît, les ouvriers doivent barricader le point dangereux, s'éloigner, avertir leurs camarades des chantiers voisins et faire connaître aussitôt que possible la situation aux agents de la surveillance.

Sans le consentement exprès du chef porion, le travail ne pourra pas être repris dans ces chantiers.

II. — Mesures de surveillance et de précaution pour le tir des mines, pour autant que celui-ci soit toléré.

§ 10. — Dans les chantiers, couches, etc., dans lesquels le tir à la poudre est interdit, les ouvriers ne peuvent ni porter avec eux, ni garder à poste fixe des outils de minage, des cartouches et des amorces.

Les porions doivent veiller rigoureusement dans leurs tournées journalières, à ce que cette défense ne soit pas enfreinte, et à ce que des outils de minage, des cartouches ou des amorces ne puissent être frauduleusement apportés des chantiers voisins.

Les contraventions à cette prescription doivent être signalées pour être sévèrement punies.

§ 11. — Dans les chantiers où le tir des mines n'est pas absolument défendu, on ne peut cependant miner quand il s'y trouve du grisou visible à la lampe de sûreté.

Les porions ont à visiter dans leurs tournées journalières, chacun dans son chantier, les endroits où l'on travaille, pour constater s'il ne s'y est pas accumulé du grisou et, le cas échéant, donner les ordres nécessaires.

En outre, avant chaque mine ou avant chaque volée de mines, une visite prudente doit être faite selon les règles de l'art au moyen de la lampe de sûreté, pour constater s'il ne se trouve pas du grisou dans le voisinage de l'endroit où l'on doit miner. La visite, qui doit s'étendre au moins sur un rayon de 10 mètres, doit être effectuée par le même ouvrier qui a eu à faire, à titre de *Vorfahrer*, la visite relative au grisou au commencement du poste.

§ 12. — Si la visite a révélé la présence du grisou, on ne peut pas miner; au contraire, le *Vorfahrer* doit en avertir aussitôt le porion et celui-ci, le chef porion. Ce dernier doit alors, au plus tôt, étendre l'interdiction du minage aux chantiers qui sont en relation voisine avec le chantier en question.

Dans les cas urgents, le porion est autorisé à étendre lui-même, sans délai, la dite interdiction, mais il est aussi en même temps tenu de porter la chose à la connaissance du chef porion.

Ce qu'il faut entendre par chantiers « en relation voisine », doit dans les cas douteux, être déterminé par le directeur.

La défense subsiste aussi longtemps qu'elle n'est pas expressément levée par le chef porion.

§ 13. — Dans les endroits où il ne se trouve, à la vérité, pas de grisou, mais où d'un autre côté, il se forme de la poussière de charbon reconnue inflammable, le minage au moyen des explosifs lents est interdit.

Le directeur indique quels sont les points où il se forme de la poussière de charbon reconnue inflammable.

Si l'emploi des explosifs lents est défendu dans un chantier, la défense s'étend en même temps aux points qui se trouvent sur la même partie du courant d'air.

Le chef porion indiquera quels sont les chantiers dont il s'agit, et veillera à ce que la défense soit bien connue et observée.

§ 14. — Le bourrage au charbon est défendu.

§ 15. — La défense du minage ou la défense de l'emploi des explosifs lents doit chaque fois être consignée par le chef porion sur le livre de la mine avec une désignation claire des points dont il s'agit. De

même, l'abrogation d'une telle défense doit être consignée par le même sur le livre de la mine.

III. — Manipulations des lampes de sureté.

§ 16. — La fourniture, la garde et l'entretion des lampes de sûreté incombent à la Direction de la mine, même si les lampes sont payées par les ouvriers et restent leur propriété.

§ 17. — La garde des lampes de sûreté a lieu dans les locaux désignés à cet effet (lamperies) sous la surveillance des lampistes présents continuellement dans ces salles pendant le poste de jour et le poste de nuit.

Chaque lampe doit porter un numéro spécial et, lors de son séjour dans la lamperie, être suspendue à un crochet ayant le même numéro.

Chaque ouvrier doit connaître les numéros des lampes qui lui appartiennent et, au commencement du poste, demander sa lampe en en criant clairement le numéro.

A la fin du poste la lampe doit être remise au même endroit.

Le lampiste doit tenir une liste indiquant les numéros de toutes les lampes employées, avec les noms de leurs possesseurs.

§ 18. — Le nettoyage des lampes, leur visite et l'entretien des diverses parties, leur remplissage, etc., sont effectués, de la part de la Direction de la mine, par le lampiste et son aide.

Les lampes endommagées, dont la réparation ne pourrait être exécutée à temps, ne peuvent pas être distribuées. Le lampiste doit délivrer à leur place des lampes maintenues en réserve pour cet usage.

Il est défendu aux ouvriers d'entreprendre eux-mêmes des modifications ou des réparations aux lampes.

§ 19. — Sous sa responsabilité le lampiste doit veiller à ce qu'il ne soit délivré que des lampes irréprochables, bien nettoyées, remplies d'huile, munies d'une mèche et dûment fermées.

§ 20. — Les ouvriers doivent, en recevant leurs lampes, s'assurer de leur bon état. Si un défaut est remarqué, la lampe doit être rendue.

§ 21. — Les porions sont tenus de veiller à ce que les lampes se trouvent constamment en bon état et à ce qu'elles soient entretenues dans les règles.

§ 22. — Chaque trimestre, le chef porion doit inspecter les installations des lamperies, ainsi que l'état des lampes qui s'y trouvent, et faire un rapport au directeur des travaux sur ses constatations.

§ 23. — Il est formellement défendu aux ouvriers d'ouvrir les lampes qui leur sont délivrées fermées.

Le port de clefs ou d'autres instruments servant à ouvrir les lampes est défendu.

Cette prescription ne s'applique pas aux *Wettermänner* pendant qu'ils sont en service comme tels.

§ 24. — En des points déterminés par le directeur et où l'absence de tout danger est reconnue, se trouvent des personnes sûres, pourvues des instruments nécessaires et de lampes de réserve, chargées du rallumage des lampes des ouvriers.

Les lampes éteintes ou hors de service doivent être remises à ces personnes. Celles-ci sont seules autorisées à ouvrir ces lampes, à les nettoyer et à les rallumer, et elles ont pour devoir de les délivrer de nouveau bien fermées, ou de remplacer par des lampes de réserve fermées, les lampes mises hors de service.

Le rallumage des lampes qui sont pourvues d'appareils spéciaux permettant de les rallumer sans les ouvrir, peut avoir lieu partout où il n'y a pas de grisou.

§ 25. — Les ouvriers doivent soigneusement éviter, pendant leur travail et pendant leur circulation dans la mine, d'endommager leurs lampes, de les laisser tomber, de leur faire prendre des positions horizontales ou obliques et d'en laisser rougir la toile métallique.

En visitant un endroit où l'on soupçonne la présence du grisou, la lampe, dont on a tout d'abord abaissé la flamme, sera tenue aussi bas que possible et ne sera que peu à peu approchée du toit. Si l'intérieur de la toile s'emplit de flamme ou si elle rougit, la lampe doit être retirée lentement et avec circonspection.

Dans le grisou, tout mouvement brusque de la lampe sera évité ; on aura soin de ne pas approcher la lampe des courants grisouteux qui sortent des crans, fentes, trous de sonde, canars, etc.

La lampe de sûreté doit toujours être portée pendue librement dans une position verticale et ne peut être posée que sur une assise bien ferme et horizontale, de façon que la flamme ne soit pas dirigée obliquement et qu'elle ne puisse ainsi faire éclater le cylindre de verre.

Pendant le travail, la lampe de sûreté doit être suspendue en un endroit où elle ne puisse être salie par la poussière, etc., et où elle soit à l'abri du choc des outils des ouvriers et des chutes de charbon ou de pierres qui pourraient se produire.

Les lampes endommagées ou mises hors de service par suite de souillures ou du rougissement de la toile métallique, doivent être éteintes par l'abaissement de la mèche ou par l'enveloppement de la toile, mais non par insufflation.

IV. — Jaugeages.

Quantités d'air.

§ 26. — La mesure des volumes d'air est faite au moyen de l'anémomètre.

Les jaugeages ont lieu en des stations déterminées que le directeur désigne et qui sont déplacées selon l'avancement des travaux.

Les jaugeages sont effectués par des agents ou des ouvriers désignés par le directeur et doivent être reportés sur un livre d'aérage ; celui-ci est présenté au directeur à certaines époques déterminées par lui.

§ 27. — On procédera, au moins une fois par semaine, au jaugeage des volumes d'air totaux à l'entrée et à la sortie, et au moins une fois par mois, à celui des principales divisions du courant.

Le jaugeage des autres subdivisions du courant d'air a lieu suivant les besoins et conformément à l'appréciation du directeur.

Gaz nuisibles.

§ 28. — Au moins une fois par trimestre, sur les instructions du directeur (ou par ses soins), une prise d'essai sera faite dans le courant principal de sortie (au pied du puits d'aérage ou dans la galerie du ventilateur), et on déterminera sa teneur en grisou (gaz des mines = grubengas).

Pression et température.

§ 29. — En des endroits de la mine indiqués par le directeur, on devra faire des observations sur la pression de l'air et sur la température au fond et à la surface.

Les observations doivent être consignées dans un journal.

Le directeur désignera les agents qui seront chargés de procéder à ces expériences et d'en faire rapport.

V. — Dispositions finales.

§ 30. — Ce règlement particulier ou ces instructions spéciales doi-

vent être affichées dans les bâtiments de la mine et être lus aux ouvriers par les porions au moins une fois par semestre.

§ 31. — Les contraventions à ces prescriptions spéciales seront punies disciplinairement, d'après le règlement de travail des Mines royales de Saarbrücken, sans préjudice des pénalités édictées par l'art. 26 du règlement de police du 1er avril 1887, conformément aux §§ 208 et 209 de la loi générale des mines du 24 juin 1865.

Sulzbach, le 15 mars 1888.

Le directeur royal,
(signé) LEYBOLD.

Conformément au § 25 du règlement de police du 1er août 1887, les prescriptions spéciales ci-dessus sont ratifiées.

Bonn, le 19 mars 1888.

Le directeur divisionnaire des mines,
(signé) BRASSERT.

2

ORDRE DE SERVICE

POUR LES PRÉPOSÉS A LA GARDE DES MACHINES

1. — Le machiniste est responsable de la marche régulière de la machine qui lui est confiée. S'il survient quelque irrégularité, soit à la machine elle-même, soit aux pompes, il doit en faire rapport à qui de droit en temps opportun.

2. — Pendant la marche de la machine, le machiniste ne peut, ni s'éloigner de son poste, ni s'endormir, ni, s'il est préposé à l'extraction, causer avec des personnes étrangères.

3. — Le machiniste doit interdire l'entrée dans la chambre de la machine ou l'accès de la machine elle-même aux personnes non autorisées.

4. — La machine, ainsi que la chambre où elle est établie, doivent toujours être tenues en bon état de propreté. Toutes les pièces polies

doivent être maintenues telles, et les taches de rouille ni les traînées de graisse ne peuvent y être tolérées.

5. — Le machiniste doit bien connaître chacune des parties de la machine qui lui est confiée et, principalement, les appareils de commande et de distribution. Il est de son devoir de constater fréquemment leur bon état (particulièrement, celui des tiroirs et des soupapes) et d'y porter remède si, avec le temps, ils ont été dérangés.

6. — Les petites réparations doivent être faites par le machiniste lui-même. Il lui appartient surtout de veiller au serrage des cales et des écrous, des boîtes à bourrage, des coussinets et des tuyaux de conduite.

On ne fera usage, pour serrer les cales ou pour les dégager, que de marteaux en cuivre ou de maillets en charme.

La garniture des boîtes à bourrage doit être bien entretenue. Leurs couvercles ne doivent pas, tout d'abord, être serrés à fond, mais les écrous doivent être resserrés peu à peu.

7. — S'il se produit du jeu dans les glissières, dans les soupapes ou dans les articulations, le machiniste doit aussitôt en faire rapport.

8. — Avant la mise en train de la machine, le machiniste doit s'assurer par une visite minutieuse si elle est en bon état dans toutes ses parties ; il doit avoir soin, en outre, de graisser les coussinets, les glissières et, en général, les pièces frottantes.

Les tourillons, les tiges, etc., qui ont pu être échauffés par leur mouvement, par la vapeur ou autrement doivent être graissés au suif minéral ou bien à l'huile minérale (huile de cylindre). Les trous des boîtes à graisse doivent toujours être tenus propres, et l'huile ou la graisse qui s'échappe doit être, autant que possible, recueillie.

9. — Lors de la mise en train, les soupapes à vapeur doivent être ouvertes lentement. On doit avoir soin, en même temps, de laisser s'écouler l'eau de condensation. L'admission de la vapeur doit être augmentée seulement peu à peu. Le machiniste doit maintenir la marche de sa machine de telle sorte qu'il puisse à tout instant l'arrêter si cela est nécessaire.

10. — Le machiniste est responsable de la bonne exécution des signaux qui lui sont donnés. C'est surtout pour les machines d'extraction qu'il importe d'attendre le signal convenu avant de mettre en marche.

11. — Dans les machines d'extraction, tous les appareils, tels que

les indicateurs de profondeur, les cloches d'avertissement, les indicateurs de vitesse, etc., qui sont destinés à renseigner le machiniste sur la marche de la cage dans le puits, doivent être maintenus en bon ordre. Le machiniste doit, pendant la marche de la machine, observer soigneusement tous ces appareils de façon que la cage n'atteigne pas les molettes.

Au commencement et à la fin de chaque course, le machiniste doit conduire sa machine de telle façon que le passage de l'état de repos à l'état de marche et réciproquement se passe sans chocs, en vue d'éviter la rupture du cable rendu lâche pendant les manœuvres.

12. — Au changement de poste, le machiniste ne doit pas s'éloigner avant d'avoir fait rapport à son remplaçant sur l'état de la machine et d'avoir remis toutes les parties de celle-ci en aussi bon ordre que possible.

13. — S'il s'agit de modifier la position des tambours d'extraction en vue de desservir un autre étage, on aura soin avant de décaler le tambour, d'assujettir celui-ci par le frein et d'assurer le repos par l'interposition de poutres solides.

14. — Dans les cas d'arrêt prolongé de la machine, le chauffeur doit être prévenu. On doit veiller aussi à ce que la machine ne reste pas tout à fait au point mort et, en outre, à ce qu'un mouvement fortuit ne puisse survenir. Le frein devra donc être maintenu serré.

15. — Par les temps de gelée, la soupape de prise de vapeur à la chaudière ne doit pas être tenue complètement fermée pendant l'arrêt de la machine, de telle sorte que le tuyau de conduite contienne toujours un peu de vapeur et ne puisse se geler. De même, le modérateur doit être laissé quelque peu ouvert pour permettre l'admission d'un peu de vapeur dans le cylindre. Les robinets purgeurs du cylindre doivent être également tenus ouverts.

16. — Si le machiniste a également la surveillance du puits d'épuisement, il doit, au moins une fois par jour, parcourir le puits et s'assurer de l'état des pompes, des tiges, etc... S'il trouve que les tirants, les soupapes, les boîtes à bourrage, les anneaux de garniture, etc., offrent du jeu, il doit procéder aussitôt à leur resserrage. Si le travail à faire est tel qu'il ne soit pas en état de l'exécuter seul, il doit sur le champ en référer à qui de droit pour obtenir l'assistance nécessaire. Il doit faire connaître s'il y a quelque réparation à faire aux paliers, échelles, etc... Ce n'est que lors de l'arrêt de la machine que l'on peut procéder aux réparations aux pompes et au puits lui-même.

17. — Le conducteur d'une machine d'extraction doit porter tout particulièrement son attention sur les câbles; il doit, par des graissages ou des goudronnages fréquents, en prévenir la rouille dans la mesure du possible et signaler les ruptures de fils qu'il y aurait observées. Il doit aussi visiter et graisser les axes des molettes ou des autres poulies de conduite avant le commencement du poste. Mais il a surtout à bien surveiller la machine d'extraction elle-même et principalement le frein.

18. — Le machiniste doit veiller à ce que les enveloppes des conduites de vapeur se trouvent toujours en bon état. Les détériorations qui y existeraient doivent être réparées aussitôt que possible.

19. — Il appartient au machiniste de notifier en temps utile et à qui de droit les besoins de matériaux de garniture, d'outils, d'ustensiles, etc... En vue d'assurer la bonne conservation et l'emploi avec économie de ceux-ci, le machiniste en est personnellement responsable.

20. — Le machiniste est tenu de ne porter, pendant la durée de son poste, que des vêtements étroits et collants.

21. — Le machiniste doit faire journellement un inventaire ou un rapport sur la consommation de matériaux, sur l'état de sa machine, etc., et le présenter en temps voulu aux agents préposés.

22. — Le droit d'ordonner des prescriptions particulières pour les machinistes qui sont préposés au service de la translation des ouvriers par les cages reste réservé aux inspecteurs des mines.

Les contraventions aux prescriptions ci-dessus sont punies disciplinairement.

Sarrebrück, le 2 février 1887.

La direction royale des mines.

3

INSTRUCTIONS POUR LES MACHINISTES

PRÉPOSÉS AU SERVICE DE LA TRANSLATION DU PERSONNEL

Lors de la descente ou de la remonte du personnel, les machinistes doivent se conformer aux règles suivantes et sont responsables de leur stricte observation.

§ 1er. — Lorsque le machiniste entre en fonctions, il doit procéder à une revue soignée de toutes les parties de sa machine; son attention doit se porter tout particulièrement sur le frein, dont il a toujours à contrôler tous les organes.

Il doit notamment s'assurer de son bon fonctionnement avant la translation du personnel.

§ 2. — Le machiniste doit aussi, avant la translation du personnel, s'assurer par des essais si les divers signaux, le porte-voix, la sonnette, etc., de même que l'indicateur de la marche des cages sont en bon état. Il doit aussi visiter, au moins une fois par jour, les molettes, s'assurer de l'état de leurs tourillons, de leurs coussinets, etc., et graisser ceux-ci au besoin.

§ 3. — Le machiniste ne doit pas mettre sa machine en mouvement avant d'avoir entendu bien clairement et d'une façon qui ne lui laisse aucun doute, le signal convenu.

§ 4. — Pendant la marche, on ne peut dépasser la vitesse déterminée par l'arrêté d'autorisation. Le machiniste doit aussi faire en sorte que le renlevage et la mise sur les taquets de la cage se fassent toujours doucement et sans chocs, et doit éviter autant que possible le repliement des câbles.

§ 5. — Pendant la translation du personnel, toute extraction dans le même puits doit être suspendue.

§ 6. — Pendant la descente et la montée du personnel, le machiniste devra appliquer toute son attention à la marche; tout dérangement ou toute irrégularité qui lui paraîtraient exister devront être signalées par lui au chef machiniste; le cas échéant, il devra arrêter la machine jus-

qu'à ce que des instructions lui soient données par le dit chef machiniste. Il ne peut laisser entrer dans la salle de la machine aucune autre personne, encore moins peut-il causer avec elle.

§ 7. — Il doit aussi avoir continuellement les yeux sur le câble et voir si l'enroulement se fait convenablement sur le tambour. S'il remarque un point défectueux, il doit le signaler au chef machiniste.

§ 8. — Le machiniste doit être au courant des instructions générales relatives à tous les préposés à la garde des machines; il doit tout particulièrement connaître les signaux tels qu'ils sont déterminés par les ordres de service.

Il doit d'ailleurs avoir connaissance de tout ce qui est contenu dans l'ordre de service pour la translation du personnel.

Sulzbach, décembre 1883.

Ve Inspection royale des mines.

4

RÈGLEMENT D'ORDRE INTÉRIEUR

POUR LES MINES ROYALES DE SARREBRUCK

6 août 1877.

(Les modifications apportées à ce règlement le 25 mai 1889 suivent en annexe.)

Tout ouvrier qui travaille dans les mines de la Direction royale de Sarrebruck est soumis aux prescriptions suivantes édictées conformément au § 80 de la loi générale des mines du 24 juin 1865.

A. — RÈGLEMENT.

I. — *Admission des ouvriers.*

§ 1. — Les demandes d'admission doivent être faites à l'Inspection dont la mine dépend.

Les pièces suivantes doivent être fournies :

1° Acte de naissance ;

2° Certificat relatif aux occupations antérieures (certificat de conduite).

Les ouvriers qui ont déjà été occupés dans les mines doivent, au lieu des pièces précitées, fournir un certificat délivré par leur dernier patron ou bien par la police locale.

§ 2. — Pour les travaux souterrains, on n'admettra que des ouvriers âgés de plus de 16 ans et de moins de 40 ans.

Les ouvriers âgés de moins de 14 ans et de plus de 45 ans, ne sont pas acceptés au charbonnage ; ceux de 14 à 16 ans et ceux de plus de 40 ans ne pourront être admis que pour les travaux du jour.

§ 3. — Si rien ne s'oppose à l'admission de l'ouvrier, celui-ci doit se soumettre à une visite du médecin de la caisse de prévoyance. Son aptitude au travail étant constatée, il lui est délivré un livret ainsi qu'un exemplaire du présent règlement.

L'admission de l'ouvrier a alors lieu, et son travail lui est assigné.

L'ouvrier doit ensuite, muni de son livret, se présenter chez le chef de la commune (bourgmestre) que la chose concerne.

Le livret doit être soigneusement conservé.

§ 4. — Chaque ouvrier admis est tenu de s'affilier à la caisse de prévoyance de Sarrebruck. Ses rapports avec celle-ci sont réglés par les statuts de la dite caisse.

Les ouvriers âgés de moins de 16 ans non encore admis dans les travaux souterrains, ne peuvent faire partie que de la caisse des malades.

Il en est de même des autres ouvriers qui ne réuniraient pas les conditions exigées pour être admis dans les caisses de prévoyance.

II. — *Renonciation au travail.*

§ 5. — L'admission au travail se fait conformément au § 81 de la loi générale sur les mines, sous la réserve que chacune des parties est libre d'y renoncer après une déclaration faite quinze jours d'avance.

L'avertissement est fait à l'Inspection des mines que la chose concerne ou est donné par elle.

§ 6. — Avant l'expiration du délai contractuel, et sans avertissement préalable, les ouvriers peuvent être renvoyés :

1° S'ils se rendent coupables de vol, d'infidélité, de débauche, de désobéissance grossière ou de rébellion persistante ;

2° S'ils ont contrevenu à une prescription de la police des mines relative à la sécurité ;

3° S'ils se sont livrés à des voies de fait ou à des injures contre leurs chefs ou leurs suppléants;

4° S'ils sont reconnus impropres au travail ou atteints d'une maladie repugnante;

5° S'ils ont commis une des fautes pour lesquelles la peine du renvoi est prévue au chapitre des pénalités que l'on trouve plus loin.

Ce congé est signifié par la Direction des mines.

§ 7. — Les ouvriers peuvent quitter le travail avant l'expiration du délai contractuel et sans avertissement préalable :

1° S'ils deviennent incapables de continuer le travail;

2° Si quelqu'un de leurs chefs se livre à des voies de fait à leur égard;

3° Si le salaire promis ou d'autres rétributions convenues ont été retenues sans motifs suffisants.

§ 8. — Quand un ouvrier quitte son service, l'Inspection de la mine lui délivre un certificat indiquant le genre de travail auquel il a été employé ainsi que la durée de son service.

Si l'ouvrier le demande, une indication relative à sa conduite sera aussi introduite dans le livret.

§ 9. — Les ouvriers qui désirent passer d'une des mines royales à une autre, ne le peuvent qu'avec l'assentiment de l'Inspection; cet assentiment doit être consigné dans le livret. Les ouvriers qui reçoivent l'ordre de passer d'une mine dans une autre doivent se conformer à cet ordre.

III. — *Durée du travail, etc.*

§ 10. — Le travail commence, en temps normal et quand rien d'autre n'a été stipulé à cet égard, le matin à 6 heures, et dure 8 ou 12 heures, avec une pause d'une demi-heure, entre 8 et 9 heures, pour les travailleurs de 8 heures, avec la même pause et un repos d'une heure de 12 à 1 heure, de même qu'un repos d'une demi-heure entre 3 et 4 heures de l'après-midi, pour le poste de 12 heures.

Pour les travaux ininterrompus tels que l'extraction, le chargement, le triage, etc., des dispositions seront prises pour assurer néanmoins aux ouvriers le temps de repos convenu.

Des dispositions analogues seront prises pour les travaux de nuit.

§ 11. — Pour des travaux pressants, en cas d'accident ou en cas de danger, les ouvriers doivent, sur l'avis de l'inspection des mines, travailler en dehors des heures prescrites et même les fêtes et dimanches.

§ 12. — Avant et après le poste, l'ouvrier doit, à moins d'ordres contraires, assister à l'appel nominal.

Si l'ouvrier ne peut se rendre au travail, il doit en donner avis en temps opportun. Il doit aussi donner information quand il quitte le travail avant le temps voulu.

§ 13. — L'ouvrier doit se munir lui-même de ses outils, si la besogne qu'il a à faire n'est pas de celles pour lesquelles le charbonnage fournit les outils.

IV. — *Salaires.*

§ 14. — Le payement des salaires se fait à la journée ou à la tâche.

Le salaire à la journée est déterminé par l'inspection des mines d'après les différentes classes d'ouvriers.

Le salaire à la tâche est établi :

a. Soit par adjudication publique;

b. Soit d'après les prix ordinaires qui ont été fixés par les agents de la mine de commun accord avec les ouvriers. Si l'on n'est pas d'accord, c'est à l'inspection qu'il appartient de décider.

§ 15. — Tout ouvrier présentant des garanties suffisantes pour la bonne exécution des travaux est admis à l'adjudication.

§ 16. — Le payement des salaires a lieu à des dates déterminées désignées d'avance; au moins une fois par mois, il se distribue un à-compte et un payement total. Chaque ouvrier est tenu de venir toucher son salaire au temps voulu, par lui-même ou, en cas d'empêchement, par un fondé de pouvoir.

Pour les travaux à la tâche, communs à plusieurs ouvriers, le chef de bande reçoit le salaire total et en fait la répartition à ses compagnons.

§ 17. — L'ouvrier qui renonce à son travail, reçoit un à-compte sur son salaire; le reste lui est soldé lors du payement total.

§ 18. — Le salaire est payé intégralement en espèces. De ce salaire on ne peut décompter que ce qui suit :

1° Le prix des outils et des matériaux nécessaires au travail, livrés par la direction des travaux;

2° Les retenues pour la Caisse de prévoyance et la Caisse de secours;

3° La bonification pour l'alimentation et le logement dans les restaurants et les hôtels des mines fiscales;

4° La location des habitations et des terres des mines fiscales;

5° Les intérêts et le remboursement des capitaux prêtés pour la construction de maisons;

6° Le coût de la réparation des dommages causés à la mine par négligence de l'ouvrier;

7° Les impôts dus d'après la loi du 21 juin 1869;

8° Les amendes encourues en vertu des pénalités qui vont suivre; ces amendes sont versées dans la Caisse de prévoyance.

§ 19. — Les réclamations relatives aux salaires doivent être produites en première instance aux jours spécialement désignés pour cela; en deuxième instance, c'est l'inspection, et, en troisième instance, la direction des mines qui décide.

La réclamation doit être introduite au plus tard trois semaines après le payement du salaire.

V. — *Autres prescriptions générales.*

§ 20. — Les ouvriers doivent se comporter de façon à faire honneur à leur état et à leurs fonctions.

Aussi bien pendant le travail qu'en autre temps, ils se conduiront respectueusement envers leurs directeurs et les agents de la mine. Dans toutes les affaires de service, ils ont à s'adresser à leur chef immédiat; au cas où ils n'obtiendraient pas satisfaction, au supérieur immédiat de celui-ci; en dernier ressort, à la direction des mines.

L'exposition des griefs ne se fera jamais par plus de trois personnes à la fois devant le chef compétent.

§ 21. — Les ouvriers sont tenus de respecter la propriété de la mine et de payer avec leurs salaires les dommages qu'ils auraient occasionnés à dessein ou par négligence.

§ 22. — Lorsqu'il existe des écoles établies par la direction de la mine, les ouvriers sont tenus de les fréquenter jusqu'à 18 ans.

Là où des écoles ménagères existent, les parents sont tenus d'y envoyer leurs filles.

§ 23. — Les ouvriers sont tenus d'assister en costume, lorsque cela leur est demandé, aux festivités ou cortèges concernant les mineurs.

§ 24. — Les permissions de congé ne peuvent être accordées, sauf dans des cas très pressants, que lorsque les conditions de l'exploitation le permettent.

Un congé d'un jour est accordé par le porion, des congés plus longs jusque un mois, par le chef porion, les congés de plus d'un mois, par l'inspection.

Si un congé est accordé soit par le chef porion, soit par l'inspection,

sa durée est consignée par celui qui l'a accordé dans le livret de l'ouvrier, et celui-ci est tenu, avant le commencement du congé, d'en donner connaissance au porion de son chantier en lui présentant le dit livret.

A son retour du congé, l'ouvrier doit en donner connaissance à celui qui lui a accordé le dit congé.

§ 25. — S'il arrive que des difficultés dans l'exploitation ou un arrêt dans la vente rendent nécessaire une diminution du personnel d'une mine, sans qu'il soit possible d'employer les ouvriers en excès dans d'autres mines, il appartient à la direction de congédier ceux-ci pour un temps déterminé; cependant, dans ce cas, les ouvriers peuvent demander leur congé définitif.

B. — PÉNALITÉS

I. — *Prescriptions générales.*

§ 1er. — Une faute disciplinaire est : toute action ou omission par laquelle un mineur contrevient à dessein ou par sa négligence aux devoirs généraux de son état, à la fidélité envers le patron, à l'obéissance et au respect envers ses chefs, à l'honnêteté et au dévouement envers ses camarades, à l'ordre dans la mine, au règlement général, aux prescriptions de la police des mines ou aux règlements particuliers établis par la direction.

§ 2. — Si une action regardée comme faute est passible des pénalités prévues par le Code pénal, les poursuites judiciaires ont lieu en vertu du dit Code, sans préjudice des peines disciplinaires indiquées dans le § 3. L'obligation de la réparation du dommage causé n'est pas exclue par la peine disciplinaire.

§ 3. — Les peines disciplinaires, sont :

1° L'amende;

2° Le déplacement à une autre mine;

3° La dégradation;

4° Le renvoi momentané ou définitif.

Deux ou plusieurs de ces peines peuvent être appliquées simultanément.

§ 4. — Les amendes ne peuvent dépasser 10 marks. Elles sont versées dans la Caisse de prévoyance.

§ 5. — Les peines disciplinaires sont appliquées :

1° Par les inspections;

2° Par la direction.

§ 6. — Les inspections sont autorisées à décider des amendes, de la dégradation, du déplacement ou du renvoi de moins de trois mois.

Le renvoi de plus de trois mois ou le renvoi définitif ne peuvent être prononcés que par la direction.

§ 7. — Les motifs des punitions et les peines prononcées doivent être chaque fois communiquées à l'intéressé.

II. — *Pénalités spéciales.*

§ 8. — Est passible des peines édictées par les §§ 3 et 4 :

1° Celui qui, sans motif, omet d'assister à l'appel nominal, ou bien y occasionne des désordres;

2° Celui qui, après l'appel, ne se rend pas immédiatement au travail ou qui n'observe pas le temps de travail prescrit;

3° Celui qui s'absente sans congé;

4° Celui qui descend dans la mine à l'insu du porion;

5° Celui qui, à la descente et à la remonte, se met sur les chariots d'extraction, ou, de sa propre autorité, charge du bois dans ceux-ci;

6° Celui qui exerce son travail contrairement aux prescriptions, qui omet de boiser ou le fait d'une façon insuffisante;

7° Celui qui n'observe pas les prescriptions de la police générale des mines, les mesures relatives à l'emploi des explosifs et celles prescrites contre le danger du grisou;

8° Celui qui produit du charbon sale, qui remblaie de la houille ou qui met des remblais en des endroits impropres;

9° Celui qui travaille où il n'a pas reçu l'ordre de le faire;

10° Celui qui est trouvé endormi dans la mine ou à son travail;

11° Celui qui n'observe pas les règles prescrites pour l'extraction;

12° Celui qui, après le poste écoulé, ne porte pas ses outils, etc., à l'endroit désigné à cet effet;

13° Celui qui, voyant ses camarades ou d'autres personnes en danger, néglige de leur porter secours;

14° Celui qui se rend coupable de désobéissance, d'indiscipline, de voies de fait ou d'injures à l'égard de ses chefs;

15° Celui qui détourne ou endommage des objets appartenant au charbonnage ou à ses camarades, ou qui détériore le matériel;

16° Celui qui cherche à se procurer des profits illicites aux dépens

de la caisse de prévoyance ou de ses compagnons par de fausses mesures ou des poids falsifiés, des indications inexactes, etc.;

17° Celui qui se dit malade pour être secouru indûment;

18° Celui qui, lors d'un travail à marchandage, altère ou modifie malicieusement les points de repère;

19° Celui qui, avec dessein de tromper, change les plaques des chariots ou les numéros qui y sont écrits.

20° Celui qui, comme chef de bande, reçoit de l'argent et retient injustement la part de ses camarades;

21° Celui qui vend de l'huile ou des explosifs qu'il a reçus de la mine;

22° Celui qui se rend à la besogne en état d'ébriété ou y apporte de l'eau-de-vie;

23° Celui qui fume dans la mine;

24° Celui qui salit la mine ou les travaux;

25° Celui qui amène sans permission des étrangers dans les travaux;

26° Celui qui se bat dans les travaux ou y cause quelque désordre;

27° Celui qui, après y avoir été requis, ne se présentera pas à un cortège ou à l'une ou l'autre festivité de mineurs.

28° Celui qui cache une maladie contagieuse et continue à travailler;

29° Celui qui laisse sa femme, ses enfants ou d'autres personnes de sa famille, voler du charbon, des matériaux, des outils ou d'autres objets relatifs au travail.

La nature et l'importance de la punition sont chaque fois proportionnées à l'importance de la faute, conformément aux prescriptions des §§ 3-6.

§ 9. — Celui qui, dans une rixe, même en dehors de la mine, se sert d'un couteau ou d'une lampe de mine, ou d'une autre arme dangereuse, ou celui qui détourne abusivement de la dynamite de la mine ou en emporte, sera renvoyé définitivement.

§ 10. — Celui qui, ayant commis une infraction au Code pénal, est puni de ce chef, peut encore en outre subir le renvoi.

§ 11. — A ceux chargés d'appliquer les peines disciplinaires appartient le droit de punir d'autres actions ou négligences que celles prévues, pour autant qu'elles aient le caractère des fautes disciplinaires indiquées dans le § 1er.

§ 12. — Si par suite d'une faute disciplinaire, du dommage est causé à la mine, l'inspection a le droit de le réparer aux frais du coupable.

La Direction royale des mines.

Annexe.

Modifications au règlement d'ordre intérieur pour les mines de Sarrebruck introduites le 25 mai 1889.

Article premier. — La durée du poste, y compris le temps de la descente et de la remonte, ne dépassera pas 10 heures.

Les samedis et lundis il sera tenu compte, pour les mineurs du dehors, des heures des trains.

Art. 2. — L'acceptation des enfants d'ouvriers a lieu, après développement corporel suffisant, dans l'ordre des demandes. Ce n'est que dans le cas où les parents seraient spécialement dans le besoin, qu'il sera fait exception à cette règle.

Les plaintes auxquelles les préférences pourraient donner lieu, doivent être formulées devant l'inspection des mines.

Art. 3. — Les congés sont accordés : pour un jour, par le porion, pour un plus long terme, inférieur à un mois, par le chef porion, et pour plus d'un mois, par l'inspection des mines.

Art. 4. — Une absence d'un jour en cas de nécessité ne sera jamais punie quand elle aura été motivée.

Art. 5. — Lors de la mise en adjudication des travaux à l'entreprise, il sera toujours entendu qu'il s'agit du travail normal. Les entreprises qui pourraient être acceptées à un chiffre trop bas par une bande d'ouvriers ne seront pas admises.

Les entreprises normales seront vérifiées de temps en temps par l'inspection de la mine au point de vue de leur bon rapport, et, en cas de besoin, modifiées.

Les entreprises ordinaires (entreprises mensuelles) seront conclues au plus tard le 10 du mois. Elles seront alors portées à la connaissance des ouvriers et inscrites dans le livre des entreprises.

Art. 6. — L'amende la plus élevée est, à partir d'aujourd'hui, abaissée à 6 marks.

Art. 7. — La peine de la dégradation est supprimée.

Art. 8. — Les mineurs punis correctionnellement ne seront plus, en outre, punis de renvoi.

Cette peine subsistera cependant :

1° Pour celui qui aura été condamné à la perte de ses droits civiques ;

2° Pour celui qui, dans une rixe, même en dehors de la mine, se sera servi d'un couteau ou d'une lampe de mine;

3° Pour celui qui emporte de la mine de la dynamite ou d'autres explosifs ou en détourne frauduleusement ;

4° Pour celui qui trompe ses camarades sur les chariots de charbon.

Le droit d'expertise contradictoire existant entre patrons et ouvriers n'est pas troublé par ces prescriptions.

Art. 9. — Après la sixième année de service révolue, et, en tout cas, au delà de l'âge de 22 ans, des journées fixes ne sont plus allouées aux traîneurs lors de la répartition du prix de l'entreprise.

La 3e classe des traîneurs est supprimée. Les ouvriers de cette catégorie retournent à la 2e classe.

Art. 10. — Avant et après le poste, le mineur doit se rendre à l'appel nominal, à moins qu'il n'ait reçu d'autres ordres.

Les issues de la mine restent ouvertes pendant la durée du poste.

Art. 11. — Les différences dans l'extraction provenant des wagons trop ou trop peu remplis, seront, comme précédemment, ajoutées à l'extraction totale. Seulement la répartition de cette différence entre les diverses bandes d'ouvriers ayant pris part à l'extraction, sera fait dorénavant par les soins de l'inspection de la mine.

Le contrôle de la propreté des charbons extraits sera désormais réglé par l'inspection.

Art. 12. — Les prescriptions précédentes entrent en vigueur immédiatement. Toutes les prescriptions contraires du règlement d'ordre intérieur du 6 août 1877 sont abrogées.

La Direction royale des Mines.

5

INSTRUCTION DU 1er MARS 1884

DE LA DIRECTION ROYALE DES MINES DE BONN RELATIVE A L'EMPLOI DES EXPLOSIFS CONTENANT DE LA NITRO-GLYCÉRINE (DYNAMITE, GÉLATINE DYNAMITE, GÉLATINE EXPLOSIVE, ETC.).

1. — L'élément constitutif essentiel de ces explosifs est la nitro-glycérine.

Ce liquide se solidifie lorsqu'il est exposé plus ou moins longtemps à une température inférieure à + 8 degrés centigrades, et il est alors peu sensible à l'action des amorces.

S'il est, d'autre part, exposé à une température dépassant 60 degrés centigrades, sa décomposition commence à se produire et il peut en résulter une explosion.

Les explosifs contenant de la nitro-glycérine et qui sont de consistance molle à la température ordinaire présentent des propriétés analogues.

2. — Ces explosifs ne peuvent donc être délivrés aux ouvriers lorsqu'ils ont perdu leur consistance pâteuse ou bien lorsqu'ils commencent à se décomposer, ce qui se remarque par une odeur plus piquante. Les explosifs qui sont en état de décomposition, doivent être brûlés à la surface et à découvert, sous la surveillance d'un agent de la mine et en observant les précautions d'usage, par petites portions, cartouche par cartouche, après qu'on aura eu soin de débarrasser celles-ci de leurs enveloppes. Si leur durcissement ou leur décomposition se produit après leur distribution, elles doivent être rendues.

On évitera d'exposer ces explosifs, même s'ils sont en bon état, à des chocs, à des frottements ou à de fortes pressions. Dans le même but aussi, on évitera avec le plus grand soin, si les cartouches n'ont subi qu'un commencement de durcissement, de les rompre, de les couper ou d'en gratter les parties durcies.

Ces explosifs ne peuvent jamais être soumis à l'action d'une flamme

ou exposés dans le voisinage d'un feu ouvert, d'un fourneau ou d'un foyer, être posés sur des générateurs ou sur des tuyaux de vapeur, en général être placés en des endroits où la chaleur dépasse ce que la main peut supporter, car il en résulterait un danger réel; de graves accidents ont eu une semblable origine.

3. — Il est interdit aux ouvriers d'employer de leur propre autorité des explosifs contenant de la nitro-glycérine.

Aux endroits où, d'après les instructions du chef de l'exploitation, de semblables explosifs doivent être employés, ils ne peuvent être délivrés (§ 3 du règlement de police du 20 mai 1875) qu'à l'ouvrier chef de poste (*Kameradschaftsführer*) ou à un ouvrier sûr dont la prudence et la compétence ont été éprouvées.

4. — La quantité à délivrer à la fois ne peut, en règle générale, dépasser trois kilogrammes. Quand on fait usage de la perforation mécanique, il peut cependant être permis dans certains cas de distribuer la quantité présumée nécessaire pour une demi-semaine.

5. — Le chef de poste doit transporter ces explosifs avec beauconp de précaution dans une boîte bien fermée à clef et dans laquelle de la poudre ordinaire ne peut être introduite; les amorces doivent également être enfermées séparement. Le tout doit être déposé en un endroit sec convenablement éloigné du point où l'on travaille et tel que la substance ne puisse s'y congeler.

6. — Le chef de poste ne peut délivrer les explosifs à ses compagnons de travail qu'au fur et à mesure des besoins; il doit en surveiller l'emploi, lequel ne peut avoir lieu que sous forme de cartouches, et veiller à ce que les ouvriers non encore familiarisés avec la manipulation de ces substances, soient guidés dans ce genre de travail par des travailleurs expérimentés.

7. — Les explosifs qui restent à la fin d'un poste peuvent être laissés pour un emploi ultérieur et doivent être enfermés à clef par le chef de poste dans la boîte à ce destinée. En cas de changement de poste cette boîte sera remise, ainsi que la clef, au chef de poste suivant, soit par le chef de poste lui-même soit par l'intermédiaire d'un homme de confiance, à moins que le chef de poste suivant n'ait aussi sa clef particulière.

8. — On ne doit porter au compte de l'ouvrier que la quantité d'explosifs réellement consommée. Ce qui n'aurait pas été employé doit être renseigné par le chef de poste à la personne préposée à la distri-

bution. En cas de dissolution du poste, les explosifs qui n'ont pas été consommés doivent être remis.

9. — Les prescriptions suivantes devront être soigneusement observées dans l'emploi de ces explosifs :

Cartouches-amorces. — Les cartouches de 2 à 3 centimètres de longueur sont des cartouches-amorces auxquelles les amorces doivent être assujetties.

Capsules et mèches. — On coupe nettement une des extrémités de la mèche, on l'introduit dans l'amorce jusqu'au fulminate, et au moyen d'une pince l'on serre fortement sur la mèche l'autre extrémité de la capsule.

Introduction de la capsule. — La capsule ainsi munie de sa mèche est introduite presque jusqu'au bord dans la partie ouverte de la cartouche-amorce à laquelle la mèche est ensuite attachée au moyen d'un fil en vue d'éviter que par son poids la cartouche-amorce ne s'échappe de la capsule.

Cartouches d'explosifs. — Les longues cartouches contiennent l'explosif proprement dit.

Quand on se sert de gélatine explosive, la capsule ne doit jamais être introduite dans ces cartouches.

Chargement. — On prend autant de longues cartouches ou de parties de celles-ci qu'il est nécessaire pour obtenir la charge voulue, on les pousse l'une après l'autre dans le fourneau de mine et on les comprime séparément et avec précaution au moyen d'un bourroir en bois, de façon à ce qu'il ne reste entre les cartouches ni autour d'elles que le moins d'espace vide possible. Quand la mine est suffisamment chargée, on introduit alors la cartouche-amorce munie de la capsule et de la mèche et on la pousse sans la comprimer jusque sur la charge. Il est avantageux, pour augmenter l'effet utile, d'employer un bourrage, soit de débris de roches provenant du trou, soit de sable, soit de terre glaise, soit d'eau. Quand on bourre à l'eau, la capsule doit être lutée avec du suif. de la cire ou toute autre substance semblable.

Gaz provenant de l'explosion. — Lorsque l'explosion donne lieu à des gaz particulièrement gênants ou nuisibles, c'est qu'une ou l'autre négligence a été commise, notamment :

a. On a négligé de faire usage d'une cartouche-amorce ;

b. On s'est servi d'une capsule trop faible ou humide ;

c. La capsule a été mal assujettie à la mèche ou bien elle a été mal introduite dans la cartouche-amorce ;

d. On a fait usage de cartouches entièrement ou partiellement congelées.

Les points suivants doivent aussi être observés :

10. — Le débourrage des mines ratées doit être entièrement prohibé en raison du danger inhérent à cette opération ; on doit recourir au creusement d'un nouveau trou.

Quand, après que l'explosion a eu lieu, il subsiste une partie du trou ou une « culasse », on doit sonder prudemment celle-ci au moyen d'un instrument en bois pour s'assurer s'il n'y est pas resté des explosifs. On ne peut jamais recourir au forage pour faire disparaître ce reste. On doit plutôt, si une nouvelle cartouche-amorce ne peut plus être introduite, creuser un trou entièrement nouveau.

11. — Lorsqu'on creuse un nouveau trou dans le voisinage d'une semblable *culasse*, il faut lui donner une direction telle qu'il ne puisse rencontrer l'ancien trou.

12. — Comme la dynamite ne tarde pas à laisser exsuder sa nitroglycérine au contact de l'eau, on doit éviter soigneusement, lorsqu'on charge des trous humides ou lorsqu'on fait usage du bourrage à l'eau, toute détérioration de l'enveloppe des cartouches, et l'on doit tirer la mine aussitôt après son chargement. On se servira de préférence, pour des mines semblables, de la gélatine explosive ou de la gélatine-dynamite, substances qui n'abandonnent pas leur nitro-glycérine au contact de l'eau.

V. — Note sur une explosion survenue le 20 novembre 1890 à la dynamiterie d'Arendonck, par M. F. Guchez, ingénieur en chef directeur des mines, inspecteur général des établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Une explosion est survenue le 20 novembre 1890, à 3 1/2 heures de l'après-midi, à une presse à cartouches de la dynamiterie d'Arendonck, appartenant à la Société des Poudres et Dynamites. Cet accident a causé la mort d'une ouvrière et des blessures peu graves à cinq autres.

L'explosif qu'on encartouchait était de la *paléine C*, variété de dynamite ayant pour composition pondérale :

Nitroglycérine			35
Absorbant	Fulmipaille (1)	18,572	65
	Salpêtre	32,500	
	Soufre en fleur	4,643	
	Fécule	9,285	
			100

La matière en vrac est pulvérulente, légère, sèche, ressemblant à de la sciure de bois. Son encartouchage réclame une pression relativement énergique, supérieure à celle qu'on peut développer dans l'encartouchage à la main ou dans les presses à guhr (2). La paléine n'est pas assez onctueuse, d'ailleurs, pour glisser dans la douille de ces dernières presses. Encore moins pourrait-on utiliser les *boudineuses* qui servent à l'encartouchage des dynamites-gommes. Il suit de là que les presses à paléine constituent un type spécial, particulier à l'établissement d'Arendonck, qui seul fabrique cet explosif.

(1) Papier de paille d'avoine nitrifié et pulpé.

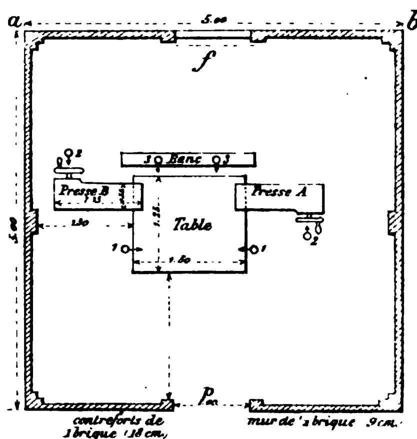
(2) Presses verticales dont le piston, actionné à l'aide d'un levier, est entouré d'une trémie d'alimentation terminée inférieurement par une douille.

puis la dépose dans une boîte en carton placée sur le banc où elle se tient assise.

On remarquera que, tandis que la course rétrograde du piston est limitée par le renflement *r* de la vis, aucun obstacle autre que la résistance de la matière n'arrête cet organe pendant la compression : la presseuse doit donc agir avec mesure et ne pas dépasser le nombre de tours indiqué par l'expérience. C'est là une lacune regrettable, à laquelle l'habileté des ouvrières ne peut sûrement suppléer et qu'il est urgent de combler (1).

Avant la compression, la matière occupe dans le moule une longueur de $0^m,22$ environ, qui est réduite à $0^m,14$. Le diamètre des cartouches était de 24 millimètres.

Le croquis ci-dessous représente la disposition de l'atelier : *T* est la



table, *A* et *B* les deux presses ; les chiffres indiquent, pour chacune d'elles, la position de la première, de la deuxième et de la troisième ouvrière. Les parois sont en maçonnerie d'une demi-brique ($0^m,09$) d'épaisseur ; la couverture, en zinc ondulé, est doublée d'un plafonnage sur lattes ; le pignon *ab* est percé d'une fenêtre *f*, surmontée d'une lucarne ; la porte est en *p*, sur le pignon opposé.

(1) Les ouvrières de chaque presse permutent entre elles. La presseuse était une nouvelle recrue ; elle était âgée de 17 ans et travaillait aux presses à paléine depuis le 24 octobre.

L'explosion s'est produite dans le moule de la presse A, pendant la compression ou le démoulage d'une cartouche. Ce moule et ses supports avaient été mis en miettes : lesdits supports avaient été coupés au ras du bâti C, et celui-ci était fendu transversalement entre le palier H et le support I. Le butoir S et ses appuis J avaient été brisés et projetés. Le plafond était criblé de projectiles. Le piston était refoulé vers le haut et le chapeau du palier H arraché. La partie postérieure de l'appareil n'avait pas été endommagée (1).

La commotion brisa les châssis des fenêtres, ébranla la toiture et dévia légèrement de la verticale le pignon ab. La porte, qui était probablement grande ouverte, ne fut pas déplacée.

Les effets mécaniques de l'explosion ne se bornèrent malheureusement pas à ces dégâts matériels, en somme insignifiants. La bourreuse, Thérèse Lenaerts, fut atteinte par des éclats : elle portait au côté droit de la tête une blessure qui, au dire du médecin, avait causé la mort instantanée. La presseuse, Oris Colette, reçut des contusions au bras et à la cuisse gauches; l'enrouleuse enfin, Imans Louise, fut frappée à la tempe et à la joue, du côté gauche. Des trois encartoucheuses de la presse B, une seule fut sérieusement blessée; les deux autres reprirent leur travail quelques jours après.

La détonation fut peu bruyante : le directeur, M. Ernest Schou, qui se trouvait dans son bureau, à 400 mètres de l'atelier, la compare à un coup de fusil.

Une circonstance à noter, c'est que la charge du moule a seule déflagré. Le baquet à paléine en vrac, qui en contenait environ 2 kilog., resta en place sur la table; quatre boîtes (soit 10 kilog.) de cartouches confectionnées, empilées deux à deux sur le banc des enrouleuses à peu de distance du moule, furent retrouvées intactes; le contenu de la boîte en emplissage, évalué à 1 kilog. de cartouches, jonchait le sol. Il paraîtrait même qu'une partie seulement de la charge du moule a fait explosion, le reste ayant simplement été projeté; en effet, le médecin a extrait, de la plaie que portait une ouvrière, des parcelles d'une matière jaune, molle, que la blessée a reconnu être de la paléine. Cette particularité ne surprendra pas si l'on considère que la paléine C est une dynamite à faible titre, peu dense, moins sensible au choc que la dynamite-guhr. Elle ne détone que partiellement

(1) Il est fâcheux que l'on ait manœuvré inconsidérément l'appareil après l'accident, sans relever la position du piston.

à l'air libre, et sa déflagration franche et certaine, dans les trous de mines, nécessite l'emploi d'amorces françaises n° 2, chargées de 0gr,500 de fulminate de mercure pur.

D'après un procès-verbal de M. Peeters, échevin d'Arendonck, l'accident doit être attribué « au mauvais fonctionnement de la machine, contre lequel les ouvrières avaient déjà antérieurement réclamé. Les ouvriers interrogés déclarent également que l'explosion n'a pu être produite que par le mauvais fonctionnement du refouloir ».

La détérioration de l'appareil ne me permettait évidemment plus de contrôler ces assertions. La justice s'est chargée de ce soin et l'enquête qu'elle a ouverte établira, le cas échéant, les responsabilités. Des renseignements que j'ai recueillis à ce sujet, je ne consignerai que ceux qui offrent un intérêt technique. La surveillance de l'usine est exercée par un directeur, un chef de fabrication et un contre-maître. Le chef de fabrication est chargé de procéder chaque soir, à la cessation du travail, et chaque matin avant la mise en marche, à l'inspection du matériel ; il avait visité la presse la veille au soir et n'y avait reconnu aucun défaut. Dans la journée du 20, rien d'insolite ne lui a été signalé. Le contre-maître a la surveillance de tous les ateliers : s'il constate quelque irrégularité, il doit en faire part au chef de fabrication. Il est de règle qu'aucun ouvrier ni ouvrière ne peut toucher aux appareils qui viennent à se déranger ; ils doivent, dans ce cas, suspendre le travail et prévenir le contre-maître ou le chef de fabrication. Le contre-maître était déjà passé sept ou huit fois dans l'atelier; il y était allé pour la dernière fois trois quarts d'heure avant l'explosion. Dans aucune de ses tournées, dit-il, les ouvrières ne lui ont fait d'observation. Le contre-maître reconnaît que, la veille, les encartoucheuses de la presse *A* lui ont dit que, parfois, « le piston tournait légèrement, déviait et pénétrait obliquement dans le moule ». Il leur a recommandé d'être bien attentives. Les presses actuelles fonctionnent à Arendonck depuis le commencement de 1885 et n'ont jamais occasionné d'accident. Elles sont l'œuvre de M. Lanfrey, inventeur de la paléine et ancien directeur de l'établissement. A l'origine, les pistons étaient en bois de hêtre et se fendaient souvent par le bout parce que, étant flexibles, ils s'arquaient et heurtaient le bord du moule. Le directeur actuel les a fait confectionner en bronze, pour leur donner de la rigidité.

Le contre-maître croit que la presseuse a poussé le piston vivement et

avant que la bourreuse eût lâché son moule : le piston aurait choqué une parcelle de dynamite adhérant au bord du tube et en aurait déterminé l'explosion. Le fait que les encartoucheuses étaient payées à la tâche et incitées par là à forcer la production au détriment de la sécurité, donnait du poids à cette hypothèse; mais elle est inadmissible, vu que, dans le cas supposé, la bourreuse aurait dû avoir une main fracassée, ce qui n'a pas eu lieu. On peut remarquer, à ce propos, que l'explosion aurait pu se produire après la pose du moule, à la suite du heurt d'une parcelle de paléine, dû à une déviation accidentelle du piston.

Il est permis d'inférer, de ce qui précède, qu'il convient de prendre des dispositions pour empêcher le dévissage du piston et pour en assurer le guidage parfait; en outre, qu'il serait utile d'interdire le travail à la tâche aux presses à cartouches; enfin, que l'on devra tenir la main à ce que la manœuvre de ces appareils se fasse posément, sans hâte ni précipitation.

Pour éviter tout choc ou frottement inquiétant, le moule doit être assujetti de façon que son axe coïncide avec celui du piston et que tout déplacement latéral soit impossible. Cette dernière condition n'est pas réalisée aujourd'hui, par suite du jeu assez large existant entre le moule et les coussinets. Il importerait également de corriger cette imperfection.

L'explosion ne paraît due ni à l'instabilité de la paléine qu'on encartouchait, ni à l'exsudation de la nitroglycérine, ni à sa congélation, ni à l'introduction d'un corps étranger dans la masse.

La stabilité du produit résulte incontestablement de ce que les cartouches voisines de la charge qui a éclaté n'ont pas participé à la détonation. La nitroglycérine avait été préparée la veille ou le jour même, très probablement le jour même, vu l'heure avancée de l'accident. Sa neutralité est vérifiée au laboratoire après chaque lavage, soit par le directeur lui-même, soit par le chef de fabrication. Les mêmes précautions sont prises à l'égard du fulmipaille.

On prépare l'absorbant en ajoutant au fulmipaille pulpé et contenant de 50 à 60 p. c. d'eau, le salpêtre pulvérisé, le soufre en fleur et la fécule; on triture la masse humide sous une meule en fonte, puis on la dessèche, à la température de 45 degrés, sur une toile traversée par un courant d'air chaud.

L'incorporation de l'huile explosive s'opère à la main, dans un pétrin en bois. Le produit obtenu est tamisé, afin de le rendre plus homogène et d'écarter les corps étrangers qui pourraient s'y être accidentellement introduits. Il est ensuite porté aux cartoucheries dans des caisses en bois couvertes d'une toile goudronnée.

Le point de saturation de l'absorbant, loin d'être dépassé, n'était pas atteint; cet absorbant peut, en effet, constituer une paléine à 45 p. c., n'exsudant pas sous la pression à laquelle elle est soumise lors de l'encartouchage (1).

La nitroglycérine avait été incorporée le jour même. A l'époque de l'accident, la température était douce pour la saison et ne pouvait amener la solidification de la nitroglycérine. On maintenait, au surplus, les ateliers d'incorporation et d'encartouchage à la température de 15 à 18 degrés.

Pour résumer et pour conclure, je dirai que l'accident qui nous occupe a eu pour cause une surpression ou un à-coup survenus lors de la compression ou du démoulage d'une cartouche. Cette surpression ou cet à-coup peuvent être attribués au mauvais état ou à l'imperfection du mécanisme, à l'inattention ou à la précipitation de la presseuse, enfin, à un oubli de la bourreuse, qui n'aurait pas rabattu le butoir avant le démoulage. Malgré l'intérêt que présentait la question, je n'ai pu me décider entre ces diverses hypothèses.

Bien qu'il subsiste quelque incertitude sur la cause première de cet accident, il n'en est pas moins remarquable par les nombreux enseignements qu'on peut en tirer, et dont la Société des Poudres et Dynamites pourra faire son profit. Les considérations développées précédemment ont déjà fait pressentir les obligations nouvelles à imposer à cette Société pour mieux assurer la sécurité de ses cartoucheries. Ces obligations peuvent être formulées comme suit :

1° Suspendre le travail aux presses à paléine tant que les modifications spécifiées aux §§ 2° à 5° ci-dessous n'y auront pas été introduites;

2° Adapter à ces presses un dispositif limitant la course du piston lors de la compression;

(1) Dans la paléine à 45 p. c., 1 d'absorbant retient 0.8 de nitroglycérine; dans celle qu'on encartouchait, 1 d'absorbant n'en retenait que 0.538.

3° Prendre des dispositions pour empêcher le dévissage du piston et pour en assurer le guidage parfait (1);

4° Garnir le piston d'un embout élastique (corne, ébonite, etc.) bien assujetti;

5° Disposer les coussinets de façon que l'axe des moules coïncide toujours avec celui du piston et que tout déplacement latéral de ces moules soit impossible;

6° Limiter à trois le nombre des ouvrières dans chaque cartoucherie;

7° Payer les encartoucheuses à la journée et non plus à la tâche;

8° Veiller à ce que la manœuvre des presses à cartouches se fasse posément, sans précipitation;

9° Enlever les cartouches confectionnées et apporter la dynamite nouvelle assez fréquemment pour que chaque cartoucherie ne contienne jamais plus de 15 kilog. de paléine ou plus de 20 kilog. de guhr;

10° Construire toutes les cartoucheries en matériaux légers et incombustibles, et les éclairer parfaitement.

Bruxelles, le 2 décembre 1890.

(1) On pourra satisfaire très simplement à cette double condition en armant l'anneau *Q* d'un ergot pénétrant dans une cannelure ménagée dans le piston.

VI. — Des premiers secours a donner aux ouvriers mineurs, blessés pendant leur travail, par M. le Dr Troisfontaines, chirurgien des hospices de Liége.

L'assistance à donner aux victimes du travail constitue un des chapitres de la question ouvrière, déjà bien vaste, et sur lequel une récente circulaire ministérielle (1) vient d'attirer l'attention ; je n'en toucherai ici que certains détails.

Malgré toute la régularité avec laquelle peut fonctionner le service médical d'une exploitation minière, il s'écoule toujours forcément un laps de temps assez considérable entre le moment où un ouvrier vient à être blessé et celui où il reçoit les soins d'un homme de l'art.

Dans nombre de cas, il ne résulte de ce retard aucun danger (fracture simple, luxation); dans d'autres, au contraire, les risques s'en accroissent notablement (hémorrhagie, suffocation, infection de la plaie, etc.).

S'il existe une blessure, même peu sérieuse en apparence, il importe de la protéger sans retard contre l'action de l'air ou plutôt des germes que ce fluide charrie et contre les contacts quelconques (doigts, vêtements, etc.).

Telle serait surtout la nécessité si la blessure avait mis à nu le cerveau ou l'intestin, ouvert la cavité de la poitrine ou celle d'une articulation, ou encore livré passage à un fragment osseux (fracture compliquée).

Une mesure facile à prendre, peu coûteuse et de nature du reste à éviter bien des complications, et par suite de longues incapacités de travail, parfois des mutilations irremédiables, est celle qui consisterait à placer, à proximité des postes de travail, quelques cartouches à pansement, telles qu'en porteront, aux jours de combat, la plupart des soldats européens. Or, l'intérieur des mines est aussi un champ de bataille, sur lequel tombent annuellement nombre de victimes du travail.

(1) Voir page 395 de ce tome.

L'utilité d'une boîte de secours, au fond des travaux, me paraît en général très contestable, et je lui préfère un *paquet à pansement*, qui, très simplement composé, d'une application facile et toujours identique, répond, dans tous les cas de plaies, aux exigences de la situation. Les phénomènes d'asphyxie ne réclament pas l'usage d'objets spéciaux et ne sont guère justiciables que de la respiration artificielle; quant aux fractures, l'emploi d'une claie, dont il sera question plus loin, dispense de l'application de tout appareil. A part les brûlures, dont le pansement d'urgence n'est pas nécessaire, il n'y a pas lieu de prévoir, dans les circonstances qui nous occupent, des accidents d'un autre genre, et c'est pourquoi l'adoption de la claie et d'une cartouche à pansement me paraîtrait résoudre convenablement et pratiquement la question des secours à donner dans l'intérieur même des travaux miniers.

Si les soldats, au milieu de l'épouvantable et terrifiant désordre du combat moderne, peuvent souvent faire usage d'un paquet de pansement, des surveillants, placés dans de bien meilleures conditions, ne pourraient-ils pas l'utiliser dans le plus grand nombre des cas, sinon dans tous?

Disséminés dans les différentes parties de la mine, à proximité de leurs hommes, ces surveillants, en présence d'un blessé atteint d'une plaie quelconque, retireraient le coussin de son enveloppe et le poseraient déplié sur la blessure, puis le recouvriraient de la feuille de tissu imperméable et fixeraient le tout à l'aide de quelques tours de bande.

Il n'y a rien dans cette petite manœuvre qui ne soit à la portée de chacun.

Au surplus les médecins, attachés au service du personnel minier, se feraient un devoir de donner aux surveillants les indications nécessaires pour l'application de ce pansement provisoire.

Tous ceux de mes confrères, qui apprécient à leur juste valeur les bienfaits de l'antisepsie, et les autres deviennent rares, seraient heureux, je l'affirme, de trouver la plaie ainsi protégée, lorsqu'ils viendraient à prendre possession du blessé.

A vrai dire, un seul paquet serait insuffisant pour le pansement d'une plaie étendue, comme dans le cas de lésions multiples, mais il va de soi que chaque surveillant serait muni de quatre à cinq cartouches.

S'il semblait difficile d'obtenir que ces surveillants portassent constamment sur eux un pareil approvisionnement, rien ne s'opposerait à lais-

ser ces cartouches ficelées dans un petit sac de toile, suspendu aux claies dont il sera question plus loin et qui seraient déposées en lieux convenables.

Chacune des cartouches contiendrait, roulé en cylindre, un petit coussin de 8 à 10 centimètres carrés environ, formé par un sachet en gaze iodoformée ou sublimée et rempli modérément d'ouate de tourbe stérilisée et assez fortement comprimée. Ce coussin serait enveloppé d'une feuille de batiste de Billroth, de 15 centimètres carrés. Une bande de coton écru lâche, de 6 centimètres de largeur et de 3 mètres de longueur, serait, avec le coussin, renfermée dans un étui de fer blanc pourvu d'un couvercle aux deux extrémités. Le tout ne coûterait pas plus de 40 à 50 centimes et représenterait un cylindre de 15 à 16 centimètres de long, selon les dimensions du coussin, et de 5 centimètres de diamètre.

Il faut se bien persuader que la gravité d'une plaie ne dépend ni de son étendue, ni de sa profondeur, ni de son aspect parfois effrayant, mais bien de la région où elle siège, des organes qu'elle intéresse et *souvent plus encore des soins qu'elle reçoit*. Une simple piqûre, donnant accès dans une articulation, est toujours une lésion redoutable et, malgré son apparence bénigne, il importe de la protéger *très rapidement* contre les influences extérieures.

Des premiers soins qui lui sont donnés dépend presque toujours le sort du blessé. Il ne peut donc plus être question, à notre époque, de protéger une plaie au moyen de linges ordinaires, souvent même de mouchoirs de poche, et le médecin lui-même ne peut procéder à un examen complet de la blessure, que s'il dispose du nécessaire, pour ne pas devenir par lui-même la source d'une infection.

Arrêter une hémorrhagie, d'intensité faible ou moyenne, en comprimant la plaie par l'intermédiaire du coussin de tourbe, dont je viens de parler, est à la portée de tout homme doué du moindre sang-froid.

Ce petit pansement appliqué, la blessure se trouve du même coup à l'abri des germes, qui pourraient s'y déposer et *sans lesquels il ne se développe ni inflammation, ni suppuration, ni accidents consécutifs* (érysipèle, tétanos, etc.).

Lorsque la victime d'un accident se trouverait avoir reçu ces soins si simples et cependant si utiles, la tâche de ses compagnons ne serait pas terminée, à beaucoup près, puisqu'il resterait à ramener le blessé au jour, sans l'exposer à de cruelles souffrances et sans aggraver ses lésions primitives.

Si des lecteurs de ces lignes ont été témoins de l'arrivée à la surface d'un ouvrier victime d'un accident sérieux et l'ont vu ensanglanté, parfois à demi-replié sur lui-même, étendu dans un wagonnet trop exigu, ils comprendront l'opportunité de modifier résolument ces errements, ceci dit, bien entendu, sans méconnaître les efforts, déjà faits dans ce but, dans nombre de nos charbonnages. Il importe essentiellement, par exemple, de remuer avec de grandes précautions tout sujet, que l'on soupçonne être atteint de fracture. Lorsque les extrémités de l'os brisé ne se sont pas fait jour à travers les téguments, la lésion offre d'ordinaire peu de gravité; il en est tout autrement dans le cas opposé et cependant il suffit d'un mouvement brusque ou maladroit pour transformer une fracture du premier genre en fracture ouverte.

Assurément, il sera toujours difficile de ramener vers l'extérieur, à travers des galeries étroites, sinueuses, à pente parfois très raide, un homme atteint de fracture, principalement si celle-ci siège aux membres inférieurs, au bassin ou à la colonne vertébrale. Dans tous ces cas et dans d'autres encore, il est indiqué *d'immobiliser le blessé sur le lieu même de l'accident et de l'amener, sans le changer de position, jusqu'à l'endroit où il sera remis entre les mains du médecin.*

Ce problème n'est pas insoluble, dans la grande majorité des circonstances, nonobstant l'impossibilité fréquente de faire usage, dans l'intérieur des tailles, d'une civière quelconque, ou d'y transporter le sujet à bras d'homme.

Le système que je viens préconiser, a reçu l'approbation de M. Harzé, directeur à l'administration centrale des mines, qui, du reste, en avait eu l'idée avant moi. Cet honorable ingénieur a eu l'obligeance de me communiquer un travail du docteur Hanot, publié en 1846, où est décrit un appareil à fond rigide, sur lequel le patient, entouré de paille, est emprisonné au moyen de liens circulaires. Le blessé se trouve donc ligotté de façon à présenter un volume très restreint, mais il n'est pas comme dans la claie, décrite plus loin, complètement à l'abri des chocs et peut souffrir des pressions exercées par les liens, spécialement au niveau des fractures des membres, des côtes, du bassin, etc.

Ces inconvénients, l'usage de la claie les écarte totalement.

Au surplus, le fait que M. Harzé est favorable à cette innovation, que M. l'ingénieur Leduc, directeur-gérant d'un important charbonnage du bassin de Liége, l'a mise en pratique avec succès et que les essais du docteur Hanot, portant sur un appareil analogue, ont donné de

bons résultats, ces diverses considérations, dis-je, font bien augurer de l'utilité du système que je préconise et vais décrire rapidement.

Il s'agit de l'emploi d'une claie, rigide dans le sens longitudinal, complètement flexible dans celui de la largeur, longue de $1^m,80$ à $1^m,90$ et large de 90 centimètres environ, utilisable par conséquent pour les hommes de grande taille. Cette claie se fabrique en baguettes d'osier ou mieux en rotins de 8 à 9 millimètres de diamètre. Ainsi faite, elle se roule parfaitement sur elle-même à la façon d'un paillasson de serre, et son prix de revient, non compris les courroies qui doivent y être jointes, atteint à peine 3 francs.

Le blessé y est couché sur le dos, dans le sens de la longueur, les membres inférieurs allongés et accolés l'un à l'autre, les membres supérieurs également étendus et appliqués contre le corps. Les bords latéraux de la claie étant relevés par devant le patient et maintenus dans cette situation par trois ou quatre courroies, longues de $1^m,25$, la victime se trouve être emprisonnée dans une sorte d'étui, ouvert à ses deux extrémités et incomplètement fermée vers le haut. Son volume est ainsi réduit à son minimum, tout mouvement lui est interdit, les chocs lui deviennent presque indifférents et ce corps, auparavant d'un transport si malaisé, se transforme en un tout rigide, que deux hommes soulèvent, traînent ou poussent devant eux, sans notable effort, dans les tailles et les galeries les plus étroites.

Le blessé est de cette façon ramené jusqu'au dehors de la mine sans danger aucun, dans la grande majorité des cas tout au moins.

En ce moment, si le médecin le juge à propos, il sera aisé de transformer la claie en une sorte de table, en la posant dépliée sur des supports appropriés ou sur un lit d'infirmerie. Le sujet pourra donc recevoir ainsi les soins nécessaires, avant d'être dirigé vers son domicile ou l'hôpital le plus voisin, sans avoir à subir de nouveaux déplacements.

Dans les cas de fracture des membres, du bassin et de la colonne vertébrale, l'usage de la claie dispenserait complètement de celui des attelles ou des gouttières et assurerait l'immobilisation de ces parties, beaucoup mieux assurément, que tout appareil posé par des mains inexpérimentées.

Ces vues, du reste, ne sont pas de simples vues théoriques; les essais, rappelés plus haut, en ont démontré le caractère pratique.

Quant au transport du blessé après sa sortie de la mine jusqu'à l'en-

droit où il doit recevoir des soins réguliers, je n'en dirai rien, ayant déjà traité ce sujet en un autre endroit (1) et le médecin, appelé à examiner le premier le patient, devant rester seul juge du choix du mode de transport préférable dans chaque cas particulier. En ce qui concerne les secours à donner aux victimes du travail, bien d'autres améliorations restent à réaliser et ce ne serait pas trop des efforts combinés du persônnel dirigeant et du corps médical de nos grandes usines et de nos charbonnages, pour en amener la complète réalisation.

1) *Des accidents :* Secours à donner avant l'arrivée du médecin.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

IV. — Caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs. — Examen des comptes de l'année 1889, par la Commission permanente (1) instituée conformément a l'arrêté royal du 17 aout 1874, pris en exécution de l'article 4 de la loi du 28 mars 1868.

CHAPITRE PREMIER

Ensemble des opérations des Caisses (2)

Dans les deux tableaux ci-après figurent :

1° divers renseignements statistiques concernant le personnel ouvrier des établissements affiliés aux Caisses communes de prévoyance;

2° le mouvement des recettes et des dépenses de ces institutions.

(1) La Commission permanente est actuellement composée comme suit :
MM. Arnould, G., directeur général des mines, président ;
Braconier, F., sénateur, membre de la Commission administrative de la Caisse de Liége;
Guinotte, L., vice-président de la Commission administrative de la Caisse du Centre;
Harzé, E., ingénieur en chef directeur des mines, directeur à l'Administration centrale;
Jacquier, F.-A., commissaire d'arrondissement, à Neufchâteau, membre de la Commission administrative de la Caisse du Luxembourg;
Jottrand, directeur divisionnaire des mines, à Mons;
Laporte, L., industriel, membre de la Commission administrative de la Caisse du Couchant de Mons;
Smeysters, J., ingénieur en chef directeur des mines, à Charleroi;
Timmerhans, L., directeur divisionnaire des mines, à Liége;
Tonneau, F., vice-président de la Commission administrative de la Caisse de Namur;
Witmeur, Henri, ingénieur principal des mines à l'Administration centrale, membre-secrétaire.

(2) Rapporteur : M. Harzé.

Relevé des renseignemen

DÉSIGNATION des CAISSES	NOMBRE d'exploitations associées.	NOMBRE d'ouvriers occupés.	NOMBRE de journées de tra
Caisse de Mons	19	28,160	8,485,17
— Charleroi	43	36,394	10,686,54
— Centre	11	14,913	4,396,61
— Liége	52	26,907	8,178,92
— Namur	24	2,484	712,90
— Luxembourg	12	542	146,34
Totaux et nombres moyens	161	109,400	32,606,50

Opératio

RECETT

DÉSIGNATION des CAISSES.	CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE				
	Retenues sur les salaires.	Cotisations des exploitants.	Subventions de l'État.	Subventions des provinces.	Autres recettes
Caisse de Mons	(1) 182,767 54	210,436 43	11,503 95	2,195 »	91,239
— Charleroi	»	482,017 44	12,920 29	2,615 »	43,062
— Centre	(2) 133,472 15	(2) 133,472 16	6,260 12	1,190 »	(3) 46,783
— Liége	»	(4) 533,414 18	12,419 16	3,000 »	(5) 74,566
— Namur	15,454 10	15,454 11	1,151 61	550 »	10,208
— Luxembourg	2,313 74	2,313 74	219 86	250 »	967
Totaux	334,007 53	1,377,108 06	44,474 99	9,800 »	266,828

DÉPENS

DÉSIGNATION des CAISSES.	PENSIONS.	SECOURS.	AUTRES DÉPENSES.	FRAIS d'administration.	TOTAU des Caisses comm (1)
Caisse de Mons	504,298 04	»	»	12,397 45	516,695
— Charleroi	349,433 81	184,920 63	220 57	15,245 45	549,820
— Centre	278,843 70	4,435 20	»	3,208 60	286,487
— Liége	253,676 67	328,937 93	(3) 1,688 06	8,668 25	592,970
— Namur	28,720 »	26,469 »	534 »	2,357 90	58,080
— Luxembourg	6,732 50	610 »	»	470 55	7,813
Totaux	1,421,704 72	545,372 76	2,442 63	42,348 20	2,011,868

statistiques pour l'année 1889.

MONTANT TOTAL des SALAIRES.	SALAIRE MOYEN par an.	SALAIRE MOYEN par journée.	Observations.
Frs.	Frs.	Frs.	
24,369,005 »	863 87	2 87	
32,134,505 18	882 96	3 01	
14,428,210 52	967 49	3 28	
26,492,700 »	985 »	3 24	
(1) 2,106,432 »	848 »	2 95	(1) Estimation.
463,230 97	854 67	3 16	
99,994,083 67	914 »	3 07	

des Caisses

(en francs).

TOTAL.	CAISSES PARTICULIÈRES DE SECOURS: Retenues sur les salaires.	CAISSES PARTICULIÈRES DE SECOURS: Cotisations des exploitants.	CAISSES PARTICULIÈRES DE SECOURS: TOTAL.	TOTAL GÉNÉRAL.	Observations.
498,142 42	»	364,497 62	364,497 62	862,640 04	
540,615 23	»	477,180 80	477,180 80	1,017,796 03	
321,178 01	62,350 59	62,350 59	124,701 18	445,879 19	
623,400 31	216,354 »	329,692 »	546,046 »	1,169,446 31	
42,818 15	»	31,948 34	31,948 34	74,766 49	
6,064 84	3,274 76	1,293 79	4,568 55	10,633 39	
2,032,218 96	281,979 35	1,266,963 14	1,548,942 49	3,581,161 45	

(1) Dont frs. 27,668-89 en subventions extraordinaires en conformité de l'art. 5 des statuts en vigueur.
(2) En vertu des nouveaux statuts, les retenues sur les salaires et les cotisations des exploitants ont été augmentées de 1/2 p. °/₀, soit ensemble de 1 p. °/₀ à partir du 1er sept. 1889.
(3) Compris frs. 18,397-09 pour plus-value des titres sur la valeur d'acquisition.
(4) Montant de la contribution des exploitants à raison de 2 p. °/₀ des salaires payés aux ouvriers. Le demi en plus par rapport aux autres caisses correspond à un versement supplémentaire de 133,353 frs.
(5) Compris un legs de 10,000 francs.

(en francs).

CAISSES PARTICULIÈRES de SECOURS.	TOTAL GÉNÉRAL.	AVOIR au 1er janvier 1890 des Caisses communes de prévoyance.	CHARGES ANNUELLES au 1er janvier 1890 de ces Caisses.	Observations.
364,497 62	881,193 11	1,917,559 26	489,353 93	
477,180 80	1,027,001 26	1,144,832 29	487,666 66	
(2) 124,285 20	410,772 70	919,086 14	322,891 20	
518,395 »	1,111,365 91	1,642,798 89	604,210 »	
31,948 34	90,029 24	288,385 57	51,542 »	
4,784 35	12,597 40	22,858 61	7,516 »	
1,521,091 31	3,532,959 62	5,936,020 76	1,963,179 79	

(1) En dehors des charges statutaires des Caisses, certaines sociétés minières du pays interviennent pour l'instruction professionnelle des ouvriers et pour l'instruction de l'enfance. Le compte-rendu de la caisse du Couchant de Mons renseigne une somme de frs. 23,461-05 comme ayant été affectée par plusieurs sociétés à l'instruction des enfants d'ouvriers, à des établissements hospitaliers et à des distributions de charbon aux ouvriers.
(2) Non compris les dépenses pour le service médical.
(3) Compris 1,380 frs. pour frais de succession.

Avant d'aborder l'analyse de ces tableaux, nous rappellerons les quelques changements essentiels apportés ces dernières années à l'alimentation des Caisses communes de prévoyance.

Un arrêté royal du 3 août 1889 a homologué les modifications aux statuts de la Caisse du Centre, formulées par la commission de cette institution. La plus importante de ces modifications a été de majorer de 1/2 p. °/₀ le tantième de la retenue sur les salaires, ainsi que la subvention égale des patrons. Les ressources de la Caisse se sont ainsi élevées de 1 1/2 p. °/₀ à 2 1/2 p. °/₀ du montant des salaires ; ce qui a permis notamment d'étendre de beaucoup les pensions aux vieux ouvriers.

Déjà en 1881, la Caisse de Liége, tout en supprimant la retenue, avait élevé les ressources proportionnelles au montant des salaires de 1 1/2 p. °/₀ à 1 3/4 p. °/₀; puis, en 1887, alors que la commission du travail délibérait, les avait portées à 2 p. °/₀, sans préjudice d'une nouvelle organisation, et ce, pour parer surtout à la grande extension qu'avaient prise les secours aux vieillards et aux infirmes.

Quant à la Caisse de prévoyance du Couchant de Mons, elle a établi depuis longtemps, outre les ressources proportionnelles au montant des salaires (1 1/2 p. °/₀, conjointement pour la retenue et la part des patrons) des subventions extraordinaires basées sur le principe suivant : L'établissement affilié qui, au 31 décembre de chaque année, aura touché, pour ses pensionnés, du fait d'accidents, une somme supérieure au montant de la retenue opérée sur les salaires de ses ouvriers et de sa subvention, versera 50 p. °/₀ de l'excédent à titre de subvention extraordinaire. La somme versée en vertu de cette disposition a été pour ces cinq dernières années de 234,924 francs, représentant 0.22 p. °/₀ du montant des salaires.

Il convient de mentionner aussi que la retenue a été supprimée pour la Caisse de Charleroi, mais que les ressources proportionnelles au montant des salaires sont restées fixées au tantième de 1 1/2 p. °/₀.

§ 1. — Renseignements statistiques.

Le nombre d'établissements industriels affiliés aux Caisses a été, en 1890, de 161 ; un de plus qu'en 1889.

Ces établissements se répartissent comme suit :

Charbonnages	128
Mines métalliques	6
Minières.	8
Carrières	16
Usines	1
Sociétés de transport	2
	161

L'effectif ouvrier de ces établissements a été de 109,400 travailleurs, soit 5,295 de plus qu'en 1888. Le salaire annuel moyen s'est élevé de 860 à 913 francs d'une année à l'autre.

§ 2. — Recettes et dépenses des caisses communes de prévoyance.

Le deuxième tableau montre que les recettes ont dépassé les dépenses d'une somme de fr. 20,350-65. Ce trop faible boni, pour une année où les salaires ont été relativement satisfaisants, a élevé l'avoir social de toutes les Caisses à la somme de fr. 5,936,020-76.

Les bonis ou les déficits des différentes Caisses, pour l'année 1889, sont indiqués au tableau ci-dessous.

DÉSIGNATION des CAISSES.	MONTANT		DIFFÉRENCES	
	des recettes.	des dépenses.	en plus ou boni.	en moins ou déficit.
	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.
De Mons.	498,142 42	516,695 49	»	18,553 07
De Charleroi. . .	540,615 23	549,820 46	»	9,205 23
Du Centre	321,178 01	286,487 50	34,690 51	»
De Liége.	623,400 31	592,970 91	30,429 40	»
De Namur	42,818 15	58,080 90	»	15,262 75
De Luxembourg.	6,064 84	7,813 05	»	1,748 21
Totaux. . .	2,032,218 96	2,011,868 31	65,119 91	44,769 26
Différence en moins. .	20,350 65		20,350 65	

Les Caisses du Centre et de Liége, qui ont augmenté leurs ressources, sont les seules qui accusent un boni. Les autres ont vu se creuser de plus en plus le déficit.

Le tableau suivant renseigne les recettes des six Caisses par ouvrier des établissements affiliés.

Recettes par ouvrier (en francs).

DÉSIGNATION des CAISSES	CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE.					
	Retenues sur les salaires.	Cotisation des exploitants.	Subventions de l'Etat (1).	Subventions des provinces.	Autres recettes.	Total.
Caisse de Mons . . .	6.49	7.47	0.41	0.08	3.24	17.69
Id. Charleroi . . .	»	13.24	0.36	0.07	1.18	14.85
Id. Centre	8.95	8.95	0.42	0.08	3.14	21.54
Id. Liége	»	19.82	0.46	0.11	2.77	23.16
Id. Namur	6.22	6.22	0.47	0.22	4.11	17.24
Id. Luxembourg . .	4.27	4.27	0.41	0.46	1.78	11.19
Moyenne.	3.05	12.59	0.41	0.09	2.44	18.58
L'année précédente .	2.64	11.89	0.43	0.09	3.98	19.04

(1) La répartition du subside de l'Etat entre les diverses Caisses a été faite comme d'ordinaire proportionnellement au nombre des ouvriers des établissements affiliés et au montant des charges

Si la moyenne des recettes totales par ouvrier paraît avoir été moins forte en 1889 que l'année précédente, cela tient à ce qu'on avait compté dans les diverses recettes de l'exercice 1888 une forte plus-value de l'avoir social par rapport aux années antérieures.

On le voit, c'est à Liége et au Centre que les ressources sont les plus grandes. Il est à remarquer que les nouvelles dispositions de la Caisse du Centre n'ont été mises en vigueur que dans le second semestre. Cette circonstance a restreint sensiblement leur effet.

Le tableau ci-après indique comment les pensions et les secours sont répartis. Les pensions des vieux ouvriers figurant dans les rapports des Caisses de Liége et de Namur parmi les secours extraordinaires, tandis qu'elles sont renseignées dans les rapports des autres Caisses comme pensions viagères, nous avons reporté, afin de faciliter les comparaisons, à la rubrique de ces pensions celles, non de droit mais de fait, accordées aux vieux ouvriers par les deux Caisses prémentionnées.

DÉSIGNATION des PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE DES PERSONNES SECOURUES.							
	Mons.	Charleroi.	Centre.	Liége.	Namur.	Luxembourg.	Ensemble.	Mons.
								Frs.
1° *Pensions viagères.*								
a. Ouvriers mutilés incapables de travailler	1,131	381	692	727	33	36	3,000	224,880
b. Veuves d'ouvriers morts par accident et d'ouvriers mutilés incapables de travailler. . . .	1,172	605	281	563	94	17	2,732	168,522
c. Parents d'ouvriers morts par accident	55	51	238	52	4	3	403	8,059
d. Ouvriers vieux et infirmes . .	401	876	507	(1) 2,046	11	1	3,842	53,060
e. Veuves d'ouvriers id . .	146	253	388	»	»	»	787	10,536
ENSEMBLE. . . .	2,905	2,166	2,106	3,388	142	57	10,764	465,056
2° *Pensions temporaires.*								
f. Enfants d'ouvriers mutilés; de veuves d'ouvriers tués; orphelins de père et de mère d'ouvriers et de veuves d'ouvriers vieux et infirmes; frères et sœurs d'ouvriers tués.	961	967	16	407	78	15	2,444	39,239
3° *Secours.*								
g. Ouvriers blessés; parents d'ouvriers vieux et infirmes; veuves d'ouvriers idem; autres parents idem; dots de veuves se remariant.	»	(2) 1,192	14	26	118	9	1,359	»
ENSEMBLE. . . .	3,866	4,325	2,136	3,821 (4)	338	81	14,567	504,298

(1) Dont 798 ouvriers infirmes en dessous de 60 ans, assimilés aux vieux ouvriers.
(2) Dont 220 ouvriers vieux ou infirmes, simplement secourus.
(3) Dot de la veuve se remariant.
(4) Ce nombre résulte du compte-rendu de la Commission administrative de la Caisse de Liége. Mais, ainsi que l'expli le rapport spécial à cette caisse (voir plus loin), il serait trop faible comme ne se rapportant qu'au nombre de persoı pensionnées et secourues au 31 décembre de l'année.

MONTANT DES PENSIONS ET DES SECOURS.						MOYENNE des pensions et des secours par personne.						
Charleroi.	Centre.	Liége.	Namur.	Luxembourg.	Ensemble.	Mons.	Charleroi.	Centre.	Liége.	Namur.	Luxembourg.	Ensemble.
Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
79,197 86	116,924 20	130,831 60	8,130 »	3,762 50	563,726 47	199	208	169	180	246	104	188
130,422 71	42,664 50	88,851 49	17,610 »	2,125 »	450,195 85	144	216	152	161	187	125	165
6,018 42	25,470 »	8,151 56	555 »	195 »	48,449 43	147	118	107	157	139	65	120
79,037 59	64,077 »	324,447 93	1,320 »	100 »	522,042 97	132	90	126	159	120	100	136
6,663 91	29,101 »	»	»	»	46,301 21	72	26	75	»	»	»	59
301,340 49	278,236 70	552,282 58	27,615 »	6,182 50	1,630,715 93	160	139	132	163	194	109	151
48,093 32	607 »	25,842 02	2,425 »	550 »	116,756 72	41	50	38	63	31	37	48
184,920 63	4,435 20	4,490 »	25,149 »	610 »	219,604 83	»	155	(3) 317	188	213	68	162
534,354 44	283,278 90	582,614 60	55,189 »	7,342 50	1,967,077 48	130	124	132	152	163	91	135

Dans le tableau ci-après sont comparés certains chiffres de la dernière ligne du tableau précédent à ceux obtenus dans notre dernier compte-rendu.

CAISSES.	NOMBRE D'OUVRIERS PENSIONNÉS OU SECOURUS.				MOYENNE DES PENSIONS ET DES SECOURS.				Nombre proportionnel des ouvriers pensionnés et secourus en 1889 par rapport à celui des affiliés pendant la période de 1880-1889
	1888	1889	En plus.	En moins.	1888	1889	En plus.	En moins.	
					Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	
Mons . . .	3,989	3,866	»	123	126	130	4	»	14.2 p. %
Charleroi . .	4,285	4,325	40	»	120	124	4	»	12.3 »
Centre . . .	1,882	2,136	254	»	138	132	»	6	15.5 »
Liége . . .	3,795	3,821	26	»	154	152	»	2	15.2 »
Namur. . .	361	338	»	23	159	163	4	»	12.3 »
Luxembourg.	84	81	»	3	97	91	»	6	11.2 »
Ensemble. .	14,396	14,567	320	149	134	135	1	»	13.9 p. %
			171						

Ce tableau révèle, par rapport à l'exercice 1888, un plus grand nombre de personnes pensionnées ou secourues et une augmentation du taux général des pensions et des secours, augmentation insignifiante, il est vrai.

Des diverses Caisses, ce sont encore celles de Namur et de Liége qui paraissent les plus généreuses, à la fois comme étendue d'action et comme taux moyens des pensions ou des secours.

Nous ferons remarquer qu'en général les pensions sont plus élevées que ne l'indiquent les deux tableaux précédents.

Nombre de ces pensions s'éteignant ou s'ouvrant dans l'année, ne sont pas servies les douze mois de l'année. On conçoit que cette circonstance affaiblit les moyennes. Le fait s'est surtout dénoté par la Caisse du Centre dont les nouveaux statuts qui ont étendu son action en faveur des vieux ouvriers, n'ont été mis en vigueur, ainsi qu'il a déjà été dit, que dans le second semestre de l'exercice.

L'avant-dernier tableau montre que les moyennes des pensions sont très différentes d'une Caisse à l'autre. Il y a absence d'uniformité. C'est à Namur que l'ouvrier mutilé, incapable de toute occupation, reçoit le plus; c'est à Charleroi que la veuve de la victime du travail obtient la pension la plus forte.

En faisant de la statistique rétrospective, on arrive à cette conclusion que depuis 'origine légale des six Caisses de prévoyance (cinquante ans en moyenne), il a été retenu sur les salaires la somme de 20,174,066 fr., alors que les ouvriers ont reçu, en pensions et secours, la somme de 51,687,655 francs (1). Il est fait ici abstraction des dépenses inhérentes à l'administration de ces institutions.

Les pensions et les secours représentent donc 2.56 fois le montant des retenues.

§ 3. — Recettes et dépenses des caisses particulières de secours.

Revenant au deuxième tableau général, on voit que les recettes des dites Caisses particulières de secours se sont élevées en 1889 à la somme de fr. 1,548,942-42, soit fr. 50,509-22 de plus qu'en 1888 (2).

(1) Dans les précédents rapports, la somme globale de ces pensions et secours depuis 50 ans, a été calculée trop haut d'environ 600,000 francs. — L'erreur résulte en grande partie de ce qu'on avait compté dans la dite somme des subsides pour propager l'instruction parmi les enfants d'ouvriers.

(2) Les chiffres qui ont été indiqués en recettes des Caisses du Centre et de Liége pour l'année 1888, doivent être rectifiés comme suit :

	Retenues.	Cotisations des exploitants.
Centre . . . . fr.	57,667 44	fr. 57,667 43
Liége	193,217 »	» 323,346 »

Quant aux totaux globaux, ils doivent être modifiés ainsi qu'il est indiqué au dernier tableau de ce travail.

Les retenues sur les salaires interviennent dans cette somme pour 18 p. %.

Les dépenses se sont chiffrées à fr. 1,521,091-31, somme inférieure aux recettes. Cette somme se décompose comme suit :

DÉSIGNATION des SECOURS.	MONS.	CHARLEROI. (1)	CENTRE.	LIÈGE.	NAMUR.	LUXEMBOURG. (2)	ENSEMBLE.
	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.	Frs.
Argent . . .	246,210 01	242,115 31	124,285 10	306,952 »	18,823 79	2,656 77	941,043 08
Médicaments .	14,556 04	72,126 58	»	116,997 »	4,432 42	»	208,112 04
Charbon et divers . . .	13,824 66	55,012 03	»	19,798 »	1,639 76	»	90,274 45
Médecins . .	89,906 91	107,926 88	»	74,648 »	7,952 37	2,127 58	281,661 74
TOTAUX. .	364,497 62	477,180 80	124,285 10	518,395 »	31,948 34	4,784 35	1,521,091 31

(1) Pour Charleroi on a réparti aux trois dernières rubriques une somme de fr. 14,705·25 dépensée en frais d'hôpitaux.
(2) Pour la Caisse de Luxembourg, les frais de médicaments sont confondus avec ceux des médecins.

Ce tableau montre combien le service des secours aux blessés et aux malades est réalisé différemment dans les divers centres miniers. Ici encore, manque d'uniformité.

On remarquera que ce sont encore les Caisses du bassin de Liége qui distribuent aux blessés et aux malades le plus de secours en argent et en nature (médicaments, charbons et divers réunis).

Les Caisses de Mons dépensent relativement peu en médicaments.

Quant aux Caisses du Centre, il convient de rappeler que le service médical (médecins et pharmaciens) est organisé en dehors de ces institutions, et presque exclusivement aux frais des ouvriers.

Il est aussi à remarquer qu'on n'a compté, ni en recettes ni en dépenses pour Liége, les sommes afférentes aux exploitations d'une importante Société (1) (mine métallique et charbonnage), la Caisse particulière de secours de ces exploitations étant commune à ses usines.

D'autre part, on n'a pas compté en recettes ce qu'a payé en secours une Société d'assurance à laquelle est affiliée une mine de manganèse. En 1888, la somme payée avait été de 801 francs.

En ajoutant les dépenses des Caisses particulières de secours à celles des Caisses communes de prévoyance, on arrive à un total de fr. 3,532,959-62, dépassant de fr. 53,579-39 la somme correspondante de l'année précédente.

§ 4. — Accidents déclarés par les Sociétés affiliées.

Le tableau ci-après renseigne et compare, comme nombre et conséquences, les accidents survenus annuellement pendant les cinq dernières années, et pour lesquels les Caisses de prévoyance ont dû intervenir aux termes des statuts.

Années.	Nombre				
	d'accidents.	de tués.	de blessés.	de victimes.	d'ouvriers affiliés.
1885	318	180	171	351	101,855
1886	322	148	195	343	100,360
1887	427	214	229	443	103,362
1888	330	159	174	333	104,105
1889	357	139	227	366	109,400
	Nombres proportionnels par °°/₀₀ ouvriers affiliés.				
1885	3,1	1,8	1,7	3,5	1,000
1886	3,2	1,5	1,9	3,4	1,000
1887	4,1	2,1	2,2	4,3	1,000
1888	3,2	1,5	1,7	3,2	1,000
1889	3,3	1,2	2,1	3,3	1,000

(1) Société de la Nouvelle-Montagne.

Comme les années précédentes, nous croyons intéressant de terminer ce travail par deux tableaux résumant pour les dix dernières années les fluctuations survenues dans le personnel ouvrier des établissements affiliés ainsi que le mouvement des opérations de l'ensemble des Caisses de prévoyance et des Caisses particulières de secours.

Nombre d'ouvriers.

ANNÉES.	MONS.	CHARLEROI.	CENTRE.	LIÉGE.	NAMUR.	LUXEMBOURG.	ENSEMBLE.
1880 . . .	28,180	35,655	12,728	26,025	3,295	750	106,633
1881 . . .	27,064	34,993	12,662	25,183	3,277	731	103,910
1882 . . .	27,473	35,299	12,893	25,000	3,060	785	104,510
1883 . . .	28,949	36,572	13,846	25,659	3,175	768	108,969
1884 . . .	27,680	36,049	14,123	24,422	3,030	870	106,174
1885 . . .	25,535	34,392	14,037	24,290	2,769	832	101,855
1886 . . .	26,331	33,513	13,882	23,866	2,027	741	100,360
1887 . . .	25,470	34,079	14,349	24,189	2,089	689	100,865
1888 . . .	26,750	34,216	14,666	25,532	2,372	569	104,105
1889 . . .	28,160	36,394	14,913	26,907	2,484	542	109,400

RECETTES ET DÉPENSES DES SIX CAISSES.

RECETTES D[...]

ANNÉES.	CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE				
	Retenues sur les salaires.	Cotisations des exploitants.	Subventions de l'État.	Subventions des provinces.	Autres recettes.
1880.	715,395 36	715,395 35	44,641 »	9,250 »	318,382 [...]
1881.	704,291 96	743,873 58	44,315 »	9,500 »	288,684 [...]
1882.	490,797 87	1,086,264 99	44,649 85	9,650 »	279,980 [...]
1883.	326,722 09	1,335,337 89	44,521 »	9,800 »	284,478 [...]
1884.	307,757 42	1,210,918 32	44,897 63	9,800 »	279,000 [...]
1885.	258,378 93	1,084,442 39	44,969 47	9,800 »	282,864 [...]
1886.	244,147 50	1,043,195 27	44,357 90	9,800 »	(1)406,157 [...]
1887.	250,268 53	1,155,470 88	44,558 71	9,800 »	(2)310,647 [...]
1888.	275,035 77	1,237,442 56	44,643 34	9,800 »	(3)414,005 [...]
1889.	334,007 53	1,377,108 06	44,474 99	9,800 »	266,828 [...]

DÉPENSES D[...]

ANNÉES.	PENSIONS.	SECOURS.	AUTRES DÉPENSES.	FRAIS d'administration.	TOTALES des Caisses commu[...]
1880.	1,427,824 40	474,782 »	»	48,143 54	1,950,789 [...]
1881.	1,417,604 70	459,586 85	»	45,747 53	1,922,939 [...]
1882.	1,440,152 06	438,998 86	7,291 84	45,419 11	1,931,861 [...]
1883.	1,427,608 18	418,537 75	503 06	46,298 49	1,892,947 [...]
1884.	1,418,873 28	417,932 20	»	47,001 20	1,883,806 [...]
1885	1,401,232 03	442,346 30	»	49,430 14	1,893,006 [...]
1886.	1,342,175 68	458,607 46	»	47,588 78	1,848,371 [...]
1887.	1,382,011 98	511,029 70	(4) 7,176 »	47,563 08	1,947,780 [...]
1888.	1,399,562 89	530,578 20	836 27	42,813 47	1,973,790 [...]
1889.	1,421,704 72	545,372 76	2,442 63	42,348 20	2,011,868 [...]

…X CAISSES (en Francs).

TOTAL.	Caisses particulières de secours: Retenues sur les salaires.	Caisses particulières de secours: Cotisations des exploitants.	Caisses particulières de secours: TOTAL.	TOTAL GÉNÉRAL.	Observations.
…803,063 88	1,426,757 23	193,371 14	1,620,128 37	3,423,192 25	(1) Compris fr. 130,141-37 en plus-value des titres de la Caisse du Centre
…790,664 94	976,832 40	555,684 75	1,532,517 15	3,323,182 09	(2) Compris fr. 5,525-99 en plus-value des titres de la caisse du Centre et d'un legs à la Caisse de Liége s'élevant ensemble à 52,000 francs.
…910,742 73	706,045 93	729,211 51	1,435,257 44	3,345,990 17	(3) Compris fr. 171,643-35 en plus-value de titres.
…000,859 32	352,701 48	1,067,386 91	1,420,088 39	3,443,848 28	
…852,374 12	299,051 05	1,150,318 62	1,449,369 67	3,301,743 79	
…630,455 33	273,392 41	1,181,540 27	1,454,932 68	3,135,388 01	
…747,658 65	271,881 06	1,187,805 38	1,459,686 44	3,207,345 09	
…770,745 72	274,021 12	1,209,167 99	1,483,189 11	3,253,943 83	
…980,947 04	271,568 52	1,498,433 20	3,479,380 24	1,226,794 65	
…032,218 96	281,979 35	1,266,963 14	1,548,942 49	3,581,161 45	

…X CAISSES (en Francs).

Caisses particulières de secours.	TOTAL GÉNÉRAL.	Avoir au 31 décembre des Caisses communes de prévoyance.	Charges annuelles au 31 décembre de ces Caisses.	Observations.
…615,982 84	3,566,772 78	6,475,427 65	1,788,647 60	(1) Frais de succession.
…572,698 22	3,495,637 90	6,343,153 51	1,788,470 11	
…460,049 51	3,391,911 38	6,322,034 37	1,813,241 35	
…438,113 28	3,331,060 76	6,429,948 21	1,794,152 47	
…474,140 93	3,357,947 61	6,398,515 65	1,784,209 85	
…474,030 62	3,363,039 09	6,185,962 51	1,716,565 63	
…468,936 18	3,317,308 10	6,085,248 94	1,769,450 94	
…496,303 71	3,444,084 47	5,908,513 90	1,832,088 28	
…481,817 14	3,455,647 97	5,915,670 11	1,865,734 69	
…521,091 31	3,532,959 62	5,936,020 76	1,963,179 79	

CHAPITRE II.

Opérations de chacune des Caisses de prévoyance et des Caisses de secours.

§ 1. — Caisse de Mons (1).

Le nombre d'établissements associés n'a pas varié ; il est de dix-neuf comme en 1888. — Dans ce chiffre est compris le Levant de Mons, toujours inactif.

Les déclarations transmises par les exploitants constatent qu'ils ont payé 24,369,005 francs de salaires à 28,160 ouvriers, pour 8,485,174 journées de travail, ce qui correspond à un salaire annuel de fr. 863-87, et à un salaire journalier moyen de fr. 2-87.

La comparaison des mêmes renseignements pendant les cinq années antérieures, est établie au tableau ci-après.

ANNÉES	NOMBRE		MONTANT des SALAIRES.	SALAIRE MOYEN	
	d'ouvriers.	de journées.		annuel.	journalier.
1884 . . .	27,680	8,323,538	24,177,425	870 00	2 90
1885 . . .	25,535	7,444,237	19,828,018	766 50	2 91
1886 . . .	26,331	7,299,514	18,641,986	707 98	2 55
1887 . . .	25,470	7,383,940	18,972,164	744 88	2 56
1888 . . .	26,750	8,049,363	21,261,748	794 64	2 64
Moyennes .	26,353	7,700,118	20,576,268	780 79	2 67
1889 . . .	28,160	8,485,174	24,369,005	863 87	2 87

Les résultats de 1889 sont supérieurs à la moyenne des cinq années antérieures. Comparés à ceux de 1888, le nombre d'ouvriers est supérieur de 1,410, la somme payée en salaires a été de 3,107,257 francs plus élevé, et le nombre de journées de travail a augmenté de 435,811.

Le salaire moyen annuel de l'ouvrier de toute catégorie, homme, femme ou enfant, a reçu une majoration de fr. 69-23 ou de 23 centimes par journée de travail.

(1) Rapporteur : M. Jottrand.

A. *Caisse commune de prévoyance.*

Le compte des recettes et des dépenses de l'année 1889 s'établit comme suit :

1° *Recettes.*

Montant des retenues prélevées sur les salaires des ouvriers . . . . fr.	182,767	54
Montant des cotisations des exploitants	182,767	54
Subvention extraordinaire en vertu de l'article 5 des statuts	27,668	89
Subside de l'État	11,503	95
Subside de la province	2,195	00
Don de M. Émile Harzé, ingénieur en chef directeur des mines, directeur à l'administration centrale, à Bruxelles	600	00
Don d'un anonyme	500	00
Intérêts des capitaux placés	90,139	50
Total des recettes. . fr.	498,142	42

2° *Dépenses.*

Pensions et secours . . . . fr.	504,298	04
Frais d'administration	12,397	45
Total des dépenses. . fr.	516,695	49
Excédent des dépenses. . fr.	18,553	07

L'avoir social s'élevait, le 31 décembre 1889, à la somme de fr. 1,917,559-26, en diminution de fr. 18,553-07 sur l'exercice précédent.

Le relevé des recettes et des dépenses pour les cinq dernières années est résumé dans le tableau suivant; il permet la comparaison des résultats de 1889 avec ceux des années précédentes.

ANNÉES.	RECETTES.	DÉPENSES.	EXCÉDENT des recettes.	EXCÉDENT des dépenses.
1884 . . .	495,251 07	454,218 77	41,032 30	»
1885 . . .	452,836 12	473,002 07	»	20,165 95
1886 . . .	442,099 78	483,456 89	»	41,357 11
1887 . . .	452,256 74	510,553 05	»	58,296 31
1888 . . .	615,059 06	516,332 64	98,726 42	»
Moyennes .	491,500 55	487,512 68	3,987 87	»
1889 . . .	498,142 42	516,695 49	»	18,553 07

Les recettes de 1889 ont été inférieures de fr. 116,916-64, à celles de 1888; mais cette infériorité n'est due qu'à la circonstance exceptionnelle de l'opération financière qui a favorisé l'année 1888. En ne tenant pas compte de cette opération, les recettes ordinaires n'auraient atteint que fr. 471,093-43, et celles de 1889 seraient, au contraire, supérieures de fr. 26,248-99 à celles de 1888.

Les dépenses n'ont subi qu'une légère majoration de fr. 362-85, mais comparées à la moyenne des cinq dernières années, leur accroissement s'élève à fr. 29,182-81, provenant de l'augmentation des personnes pensionnées.

Le tableau ci-après indique, pour la période de 1884 à 1889, le nombre de personnes pensionnées.

ANNÉES.	NOMBRE de personnes pensionnées.	MONTANT DES PENSIONS.	
		Total.	Par personne.
1884	3,624	436,976 47	120 58
1885	3,699	455,015 62	123 02
1886	3,815	466,451 99	122 27
1887	4,030	493,670 68	122 50
1888	3,989	504,418 39	126 40
Moyennes . .	3,831	471,306 63	123 02
1889	3,866	504,298 04	130 44

La répartition des pensions en viagères et temporaires est relevée ci-après, pour la même période :

ANNÉES.	PENSIONS VIAGÈRES.		PENSIONS TEMPORAIRES.	
	Nombre.	Montant.	Nombre.	Montant.
1884.	2,533	394,307 63	1,091	42,668 84
1885.	2,595	412,508 39	1,104	42.507 23
1886.	2,724	425,420 23	1,091	41,031 76
1887.	2,877	449,806 89	1,153	43,863 79
1888.	2,898	462,354 06	1,091	42,064 33
Moyennes . .	2,725	428,879 44	1,106	42,427 19
1889.	2,905	465,058 66	961	39,239 38

Le détail des diverses catégories de pensions est réparti comme suit, pour les deux dernières années :

DÉSIGNATION DES PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE DES PENSIONNÉS.		MONTANT DES PENSIONS	
	1888	1889	1888	1889
A. — *Pensions viagères.*				
Ouvriers mutilés, incapables de travailler	1,131	1,131	221,582 54	224,880 31
Veuves d'ouvriers ayant péri par accident	1,205	1,172	172,717 44	168,522 15
Veuves de vieux ouvriers . .	136	146	10,287 16	10,536 30
Vieux parents d'ouvriers tués.	54	55	7,878 67	8,059 45
Vieux ouvriers	372	401	49,888 25	53,060 45
B. — *Pensions temporaires.*				
Enfants et orphelins	1,091	961	42,064 33	39,239 38
Totaux. . . .	3,989	3,866	504,418 39	504,298 04

L'avoir général de la Caisse au 31 décembre 1889 était de. . . . . fr. 1,917,559 26

Montant des charges qu'elle a à supporter à la même date 489,353 93

Reste. . . fr. 1,428,205 33

B. *Caisses particulières de secours.*

Ces Caisses sont, depuis 1881, exclusivement alimentées par les subventions des sociétés, et leurs recettes sont égales, sinon supérieures, aux dépenses ci-après :

A. Montant des secours en argent	246,210 01
Montant des secours en médicaments.	14,555 04
Id. id. en charbon et objets divers . .	13,824 66
Honoraires des médecins	89,906 91
Fr.	364,497 62

B. L'hôpital destiné aux ouvriers des mines du Grand-Hornu a occasionné, en 1889, une dépense de fr. 5,020-99.

Trois sociétés ont participé aux frais d'instruction des enfants d'ouvriers, pour une somme de. . . . . fr.	16,236 65
Trois sociétés ont accordé des subsides à l'hospice des Petites-Sœurs des pauvres, établi à Jemmapes. . . .	3,218 »
Une société a alloué un subside à l'hôpital de Frameries	2,800 »
Enfin deux sociétés ont distribué du charbon aux ouvriers indigents, pour	1,206 40
Ensemble. . . fr.	23,461 05

Le tableau suivant donne le mouvement des dépenses pendant les cinq dernières années :

ANNÉES.	MONTANT DES SECOURS EN			HONORAIRES des MÉDECINS.	DÉPENSES TOTALES.
	Argent.	Médicaments.	Charbon et objets divers.		
1884	210,598 55	14,242 05	13,016 26	87,332 90	325,189 76
1885	221,507 88	14,306 49	14,579 61	82,959 »	333,352 98
1886	242,961 25	16,398 52	15,492 28	84,596 59	359,448 64
1887	288,855 47	16,129 50	16,772 68	82,185 57	403,943 22
1888	235,888 48	12,324 88	11,636 29	82,647 95	342,497 60
Moyennes	239,962 32	14,680 29	14,299 42	83,944 40	352,886 44
1889	246,210 01	14,556 04	13,824 66	89,906 91	364,497 62

11,267 ouvriers ont été secourus par les Caisses particulières de secours en 1889, soit 40 p. % du nombre total des ouvriers occupés.

Le nombre de personnes secourues a été pendant les cinq dernières années de :

1884 . .	7,528	ou 27	p. % du	personnel occupé.
1885 . .	9,776	ou 38	id.	id.
1886 . .	12,351	ou 47	id.	id.
1887 . .	12,308	ou 48	id.	id.
1888 . .	13,017	ou 48	id.	id.
Moyennes .	10,996	ou 42	id.	id.
1889 . .	11,267	ou 40	id.	id.

§ 2. — Caisse de Charleroi (1).

Le nombre de sociétés affiliées à la Caisse de prévoyance de Charleroi, pendant l'année 1889, a été de quarante-trois, comme en 1888, soit quarante-deux charbonnages et une fabrique d'agglomérés ; en outre, six charbonnages inactifs sont restés à la charge de la Caisse, sans y apporter de revenus.

Le nombre total d'ouvriers employés s'élève à 36,394, auxquels il a été payé fr. 32,134,505-18 de salaires pour 10,686,545 journées de travail. Ces chiffres correspondent à un salaire moyen annuel de fr. 882-96 et à un salaire journalier de fr. 3-01.

Comparativement à l'année précédente, nous trouvons que chaque ouvrier a fait, en moyenne, 4 journées de travail en moins ; mais que cependant, le salaire annuel moyen s'est augmenté de fr. 35-99, soit 17 centimes par jour, ou 4 1/4 p. %. Or, le taux du salaire de l'année 1888 lui-même était déjà supérieur de fr. 27-25 à la moyenne des cinq années précédentes, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

(1) Rapporteur : M. Tonneau.

ANNÉES.	NOMBRE d'ouvriers.	NOMBRE de journées.	NOMBRE de journées par ouvrier.	MONTANT des SALAIRES.	SALAIRE MOYEN par an.	SALAIRE MOYEN par jour
Moyenne des années 1884 à 1888 .	34,450	10,077,447	292	28,271,763 32	819 72	2 80
1888 . . .	34,216	10,209,607	298	28,980,061 61	846 97	2 84
1889 . . .	36,394	10,686,545	294	32,134.505 18	882 96	3 01
Augmentation pour 1889 . . .	2,178	476,938	»	3,154,443 57	35 99	0 17
Diminution pour 1889 . . .	»	»	4	»	»	»

Les recettes totales s'élèvent à fr. 540,615-23, se décomposant comme suit :

Cotisations des exploitants représentant 1 1/2 p. % des salaires payés aux ouvriers . . . . fr.	482,017 44
Subside de l'Etat.	12,920 29
Subside de la province	2,615 »
Produit des capitaux	43,062 50
Total. . . fr.	540,615 23
Les recettes de 1888 avaient été de	497,341 32
Augmentation. . . fr.	43,273 91

Les dépenses sont augmentées de fr. 17,663-30 pour atteindre la somme de fr. 549,820-46, savoir :

Pensions viagères . . . . fr.	301,340 49
Pensions temporaires	48,093 32
Secours	184,920 63
Frais d'administration et de bureau	15,245 45
Intérêts payés aux banquiers	220 57
Somme égale. . . fr.	549,820 46

Il résulte de ces chiffres que l'année 1889 clôture par un déficit de fr. 9,205-23, tandis que ce déficit s'était élevé, en 1888, à fr. 34,815-84 et en 1887 à fr. 58,737-19.

Ces améliorations sont la conséquence d'une majoration de revenus résultant de l'augmentation des salaires.

L'avoir de l'association au 31 décembre 1888 était de . . . . fr. 1,154,037 52

Si nous en déduisons le déficit du dernier exercice. 9,205 23

Il reste comme avoir au 31 janvier 1890 . . . fr. 1,144,832 29

Le tableau ci-dessous résume les recettes et les dépenses pour la période quinquennale de 1884 à 1888, ainsi que pour les années 1888 et 1889 séparément.

ANNÉES.	RECETTES.	DÉPENSES.	DIFFÉRENCES.	
			BONI.	DÉFICIT.
Moyenne de 1884 à 1888.	496,017 14	552,433 26	»	56,416 12
1888.	497,341 32	532,157 16	»	34,815 84
1889.	540,615 23	549,820 46	»	9,205 23

D'après le tableau A annexé au rapport de la Commission administrative de la Caisse de prévoyance, vingt-deux sociétés affiliées ont occasionné un excédent de dépenses de fr. 80,716-37 qui, joint à la somme de fr. 14,957-75 représentant les charges des six charbonnages inactifs, donnent pour excédent total des dépenses fr. 95,674-12.

Vingt-et-une sociétés seulement ont produit un excédent de recettes de fr. 43,337-12.

Le montant des charges au 1er janvier est résumé ci-dessous pour les années 1885 à 1890 :

1885	fr.	550,121-88	dont fr.	428,047-20	pour pensions.
1886	»	454,751-10	id.	338,091-40	id.
1887	»	449,553-34	id.	331,382-20	id.
1888	»	457,237-40	id.	332,184-40	id.
1889	»	466,092-68	id.	333,053-80	id.
Moyenne,	fr.	475,551-28	id.	352,551-80	id.
1890	»	487,666-66	id.	342,610-80	id.

On voit que les dépenses obligatoires ont repris une marche régulièrement croissante, chaque année, depuis 1886, malgré les réductions opérées à cette époque.

Pour le nouvel exercice, il y a une majoration de 9,557 francs dans le service des pensions et une augmentation de 56 pensionnés.

Pendant l'année 1889, 71 ouvriers ont été tués et ont succombé aux suites de leurs blessures, et 51 ont été plus ou moins grièvement blessés.

Au 1er janvier 1889, le nombre des pensions se décomposait comme suit :

	1,999	pensions viagères,	870	pensions temporaires.
Il a été accordé en 1889 .	197	id.	132	id.
Ensemble .	2,196	id.	1,002	id.
Dont il faut retrancher les extinctions. .	143	id.	130	id.
Il reste au 1er janvier 1890	2,053	id.	872	id.

Soit en total 2,925 pensions.

Les 329 pensions accordées en 1889 s'élèvent à . . . fr. 35,429
et les 273 pensions éteintes s'élèvent à 25,872

Différence en plus. . . fr. 9,557

ou 36.94 p. %.

Le nombre de personnes secourues ainsi que le montant des secours sont résumés ci-après.

ANNÉES.	NOMBRE de personnes secourues.	MONTANT des pensions et des secours.	SOMMES payées à chaque personne secourue.
Moyenne de 1884 à 1888.	4,353	545,423 54	125 11
1888	4,285	516,086 57	120 44
1889	4,325	534,354 44	123 55

On remarquera que la somme payée, par personne secourue, est supérieure de fr. 3-11 à celle payée en 1888; et qu'elle tend à se rapprocher de la moyenne des cinq années précédentes, à laquelle elle n'est plus inférieure que de 1.01 p. %.

Le tableau suivant renseigne pour la dernière période quinquennale, ainsi que pour les années 1888 et 1889, le nombre et le montant des pensions.

ANNÉES.	PENSIONS VIAGÈRES.		PENSIONS TEMPORAIRES.	
	Nombre.	Montant.	Nombre.	Montant.
Moyenne de 1884 à 1888.	2,192	326,651 77	1,098	55,155 10
1888	2,143	295,571 49	1,004	48,008 92
1889	2,166	301,340 49	967	48,093 32

Le détail des pensions et secours est groupé par catégories dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION des CATÉGORIES.	NOMBRE.			MONTANT DES SOMMES PAYÉES.		
	Moyenne de 1884 à 1888	1888.	1889.	Moyenne de 1884 à 1888.	1888.	1889.
Pensions viagères.						
Ouvriers mutilés et incapables de travailler	340	357	381	76,314 15	76,388 10	79,197 86
Veuves d'ouvriers qui ont péri par accident	530	541	536	126,449 86	122,123 87	123,283 55
Parents d'ouvriers qui ont péri par accident	51	54	51	7,074 48	6,680 41	6,018 42
Ouvriers vieux et infirmes . .	872	840	876	97,615 96	76,485 80	79,037 59
Divers.	398	351	322	19,197 29	13,893 31	13,803 07
Pensions temporaires.						
Enfants, frères et sœurs et orphelins	1,098	1,004	967	55,155 10	48,088 92	48,093 32

Caisses de secours.

Les Sociétés affiliées continuent à alimenter exclusivement la Caisse de prévoyance et les Caisses particulières de secours.

Depuis le 15 septembre 1882 que la retenue sur les salaires est supprimée, l'alimentation des deux Caisses a coûté aux exploitants la somme de fr. 6,366,911-77.

Les dépenses des Caisses de secours ont été de fr. 477,180-80 pour l'année 1889; elles se décomposent comme suit :

Secours en argent	fr.	242,115 31
Médicaments		67,224 80
Charbons		10,668 55
Vivres.		562 46
Habillements		1,164 01
Frais d'entretien dans les hôpitaux		14,705 35
Dépenses diverses		37,715 22
Ensemble. . .	fr.	374,155 70
Honoraires des médecins		103,025 10
Dépenses totales. . .	fr.	477,180 80

Dans ce chiffre le service médical pour honoraires des médecins et médicaments entre pour fr. 170,249-90, soit fr. 4-67 par ouvrier affilié.

En 1888 ce service avait coûté fr. 170,394-25 ou fr. 4-98 par ouvrier.

Les honoraires des médecins se sont élevés à fr. 2-83 par ouvrier affilié et fr. 6-77 par ouvrier secouru contre 2-78 par ouvrier affilié et 6-52 par ouvrier secouru pour l'année précédente.

Le tableau suivant résume les dépenses des Caisses particulières de secours :

ANNÉES.	DÉPENSES.			
	Honoraires des médecins.	Autres frais.	Ensemble.	Moyenne par ouvrier.
Moyenne de 1884 à 1888 .	99,722 39	355,950 88	455,673 27	13.22
1888	95,029 17	373,258 10	468,287 27	13.68
1889	103,025 10	374,155 70	477,180 80	13.11

L'ensemble des services des Caisses de prévoyance et de secours a nécessité une dépense de fr. 1,011,535-24, soit une dépense moyenne de fr. 27-79 par ouvrier.

La part contributive des Sociétés se répartit comme suit :

A la Caisse de prévoyance	fr.	482,017 44
Aux Caisses de secours		477,180 80
Total. . .	fr.	959,198 24

Ce qui correspond à fr. 26-36 par ouvrier.

En 1888, la part d'intervention avait été de fr. 26-39 par ouvrier.

§ 3. — Caisse du Centre (1).

Comme précédemment, la Caisse du Centre compte pour l'année 1889, dix Sociétés affiliées, ce sont :

La Société des Charbonnages de Mariemont;

Id.	id.	Bascoup;
Id.	id.	Haine-Saint-Pierre et La Hestre;
Id.	id.	Houssu;
Id.	id.	Sars-Longchamps et Bouvy;
Id.	id.	La Louvière et La Paix;
Id.	id.	Bois-du-Luc;
Id.	id.	Strépy-Bracquegnies;
Id.	id.	Carnières-Sud et Viernoy;
Id.	id.	Havré.

Le nombre d'ouvriers occupés dans leurs diverses exploitations s'est élevé pendant le dernier exercice à 14,913, chiffre qui dépasse de 247, soit de 1.7 p. % celui de l'exercice précédent.

Ces ouvriers ont fourni, en 1889, 4,396,613 journées contre 4,128,746 faites en 1888.

La comparaison de ces chiffres accuse en faveur de 1889, une majoration de 267,867 journées de travail, soit 6.5 p. % sur le résultat de l'année précédente.

On voit que l'activité industrielle que nous signalions en voie d'amé-

(1) Rapporteur : M. Smeysters.

lioration en 1887 et 1888, s'est affirmée encore pendant l'année 1889 et que nos prévisions se sont, sous ce rapport, largement réalisées.

L'élan qu'ont pris ainsi les affaires a eu une heureuse répercussion sur le taux du salaire moyen annuel de l'ouvrier qui a passé de fr. 897-98 qu'il était en 1888 à fr. 967-49 pour 1889. C'est là une augmentation de fr. 69-51 par tête, correspondant à 7.63 p. °/o du salaire moyen antérieur.

Le prix moyen de la journée pour les ouvriers de toutes catégories s'est élevé en 1889 à fr. 3-282 pour un nombre de journées effectives de 249.8. Les chiffres correspondants pour 1888, étaient fr. 3-19 et 281.

Les recettes de l'institution pour 'exercice 1889 se décomposent comme suit :

Retenue sur le salaire des ouvriers . . . . . fr.	133,472 15
Subvention égale des exploitants	133,472 16
Subside de l'Etat	6,260 12
Id. la province	1,190 »
Intérêts bonifiés en comptes courants.	28,386 49
Ensemble . . . fr.	302,780 92

En 1888, les recettes s'étaient élevées à fr. 234,185-93; elles se sont donc accrues pendant le dernier exercice de fr. 68,594-99 ou de 29.29 p. °/o.

Ce résultat si favorable, s'il est en partie dû à la hausse des salaires, doit être surtout attribué à l'application depuis le 1er septembre dernier de l'arrêté royal du 3 août 1889, qui, à l'aide d'une majoration de 1 p. °/o des retenues faites sur le salaire des ouvriers et de la subvention correspondante versée par les exploitants, consacre le principe de la généralisation des pensions aux vieux ouvriers ainsi qu'à leurs veuves. L'augmentation des recettes venant de cette source n'a pas eu seulement pour conséquence de couvrir largement les dépenses courantes, mais d'atteindre le but humanitaire que la Commission s'était proposé.

Les dépenses qui s'étaient élevées en 1888 à fr. 263,301-45, se chiffrent pour 1889 à fr. 286,487-50. C'est là une majoration de fr. 23,186-05 ou de 8.8 p. °/o sur le résultat de l'exercice précédent.

Le montant des charges qui se chiffrait au 1er janvier 1889 par

fr. 260,110-80 a atteint au 1er janvier 1890, fr. 322,891-20, somme qui dépasse de fr. 62,780-40 celle des charges de l'année antérieure. Mais cette majoration qui représente l'extension plus grande donnée à l'œuvre de la Caisse est libéralement couverte par l'accroissement des versements dérivant de l'arrêté royal précité.

Si l'on compare la situation du fonds de réserve pour les deux derniers exercices, on constate que ce fonds qui, en 1888, s'élevait à fr. 884,395-63, a atteint à la fin de 1889, fr. 919,086-14. C'est une avance de fr. 34,690-51 qui ne peut manquer de s'accroître encore lorsque les effets de la majoration des versements s'étendront à un exercice entier.

L'application de l'arrêté du 3 août 1889 n'a donc pas eu seulement pour résultat de clore l'ère des déficits, mais encore d'assurer d'une manière plus générale, c'est-à-dire à tous les ouvriers, le bénéfice de la pension. Cet arrêté, en effet, outre qu'il consacre une revision du taux des pensions et secours des ouvriers blessés, des veuves et de leurs enfants ainsi que de leurs auteurs, alloue une pension aux vieux ouvriers non pensionnés comme blessés ainsi qu'à leurs veuves.

Cette pension est accordée à ceux de ces ouvriers :

A. Qui sont incapables de tout travail et qui comptent 38 ans de service minimum dans les mines associées, quel que soit leur âge, soit 30 ans de service minimum et au moins 55 ans d'âge.

B. Qui capables ou non d'un certain travail, ont atteint 60 ou 65 ans, s'il s'agit d'un ouvrier ayant passé la majeure partie de son temps de service aux travaux du jour. Ces vieillards devraient avoir une durée de service minima de 35 ans dans les mines associées.

Le taux de la pension a été fixé à 15 francs par mois pour les vieux ouvriers de la catégorie *A* et de 20 francs pour ceux de la catégorie *B*.

Les pensionnés à 15 francs obtiennent la pension de 20 francs quand ils atteignent les limites d'âge sus-indiquées de 60 ou 65 ans.

En ce qui concerne les veuves des ouvriers des deux catégories précédentes, il leur est également alloué une pension mensuelle de 8 francs à la condition qu'elles aient trente ans révolus de mariage.

En se basant sur les éventualités les plus défavorables, la commission de la Caisse du Centre estime que grâce à la majoration d'un pour cent des versements, elle pourra, tout en assurant l'extension de ses services de pension, compter sur une augmentation annuelle de sa réserve d'environ 20,000 francs.

Cette combinaison résout donc les difficultés financières qui menaçaient la Caisse du Centre, tout en réalisant le désir commun aux ouvriers et aux patrons de ne plus limiter le nombre de pensions réclamées par les vieux mineurs. S'effectuant sans entraîner de nouveaux frais d'administration, elle assure l'affectation de l'intégrité des versements consentis au but de l'institution et répond ainsi plus complètement aux vues de ses auteurs.

En remettant à une commission unique l'administration des deux services, elle présente l'avantage d'amener dans les décisions une uniformité de vues que viendraient trop souvent entraver les hésitations qui surgissent toujours quand il s'agit de qualifier l'origine ou les causes de l'incapacité de travail.

Les modifications apportées dans le règlement des pensions par l'arrêté royal du 3 août 1889, sont donc appelées à rendre aux ouvriers des sociétés affiliées des services d'autant plus appréciés qu'elles feront disparaître les cruelles incertitudes qui surprenaient le travailleur quand, envisageant l'époque ou l'âge ayant usé ses forces, il se trouverait, triste épave du travail, abandonné aux caprices ou à l'ingratitude des siens et condamné à faire appel à la charité publique.

Caisses particulières de secours.

Les opérations de ces Caisses ont donné, grâce à l'accroissement des salaires, des résultats moins défavorables que pendant les années précédentes. La balance des comptes en recettes et en dépenses se solde par un boni de fr. 415-98 qui, ajouté à la différence entre les excédents et les déficits au 1er janvier 1889, forme un boni total de fr. 20,038-03.

Deux charbonnages seulement ont contribué au déficit et pendant l'exercice écoulé un seul a vu s'accroître son mali de fr. 1,184-72.

Comme au cours des années précédentes, les exploitants n'ont cessé de fournir des secours en nature à ceux de leurs ouvriers particulièrement dans le besoin.

Accidents.

Le nombre d'accidents survenus dans les charbonnages du Centre affiliés à la Caisse, est resté le même qu'en 1888. Il est de vingt-et-un; neuf ouvriers ont été tués et douze blessés grièvement.

Le tableau suivant donne la statistique des accidents survenus depuis 1881 dans le ressort de la Caisse de prévoyance du Centre.

ANNÉES.	Nombre d'ouvriers.	ACCIDENTS.		TUÉS.		BLESSÉS	
		Nombre.	Proportion par 1,000 ouvriers.	Nombre.	Proportion par 1,000 ouvriers	Nombre.	Proportion par 1,000 ouvriers.
1881	12,662	26	2.05	17	1.34	9	0.71
1882	12,893	27	2.10	13	1. »	14	1.09
1883	13,486	37	2.74	20	1.48	17	1.26
1884	14,123	22	1.56	14	0.99	8	0.57
1885	14,037	30	2.13	22	1.56	8	0.57
1886	13,882	13	0.94	4	0.28	9	0.65
1887	14,349	18	1.25	11	0.77	7	0.49
1888	14,666	21	1.43	8	0.54	13	0 89
1889	14,913	21	1.41	9	0 60	12	0,80

§ 4. — Caisse de Liége (1).

Par suite d'une réunion de concessions et de la suspension des travaux de deux mines, qui n'apportaient, du reste, qu'une faible cotisation à la Caisse, le nombre d'établissements ayant opéré des versements s'est réduit à cinquante-deux. Ils ont occupé 26,907 ouvriers auxquels il a été payé, en salaires, 26,492,700 francs pour 8,178,921 journées de travail.

Comparativement à 1888, le nombre d'ouvriers affiliés a augmenté de 1,375; le salaire moyen par journée s'est relevé de fr. 3-10 à fr. 3-24 et le gain annuel de 938 à 985 francs.

La progression du salaire a été continue depuis 1886. La somme payée aux ouvriers de toutes les exploitations minières, affiliées ou non, de la province, a augmenté successivement de plus de 2,000,000 de francs en moyenne par an; en 1889, l'augmentation s'est élevée à 2,591,270 francs.

(1) Rapporteur : M. Timmerhans.

L'ensemble de ces établissements ayant occupé 27,188 ouvriers en 1889, la non-affiliation à la Caisse de prévoyance ne s'est étendue qu'à 281 d'entre eux.

A. — Caisse commune de prévoyance.

I. — *Recettes et dépenses.*

Grâce à une hausse aussi importante des salaires, la Caisse a pu enfin, après une longue série de malis, clôturer le dernier exercice avec un boni.

A ses ressources ordinaires sont venus s'ajouter un legs de M. l'Ingénieur Onsmonde et un don anonyme s'élevant ensemble à 10,132 francs. Elle a ainsi disposé d'une somme de fr. 623,400-31, qui se décompose comme suit :

Cotisation des exploitants (2 p. % des salaires). . fr.	533,414 18
Subvention de l'État.	12,419 16
Id. de la province	3,000 00
Intérêts des capitaux.	64,434 97
Legs et don	10,132 00
Total . . fr.	623,400 31

Cette somme dépasse de fr. 62,553-45 les recettes de l'année précédente.

D'un autre côté, le mouvement croissant des dépenses qui, après s'être ralenti en 1863 et 1884, s'était ensuite de nouveau marqué, d'une manière variable du reste, ne s'est pas continué en 1889. L'on constate, cette fois, une légère diminution de fr. 687-17, qui se serait élevée à fr. 2,067-17, sans les droits de succession qu'il a fallu acquitter sur le legs de M. Onsmonde. Exprimons, en passant, le vœu que l'État puisse renoncer à prélever son tantième sur d'aussi louables et utiles libéralités.

Nous indiquons ci-après le détail des dépenses du dernier exercice :

Pensions et secours . . . . fr.	582,614 40
Frais d'administration, service médical	8,668 25
Droits de succession	1,380 00
Intérêts et commissions aux banquiers	308 06
Total. . fr.	592,970 91

Notons le chiffre, toujours modique, des frais d'administration de la Caisse de Liége.

Le solde de ces dépenses a laissé un boni de fr. 30,429-40, qui a augmenté d'autant l'avoir de la Caisse. Celui-ci s'élevait, au 1er janvier 1890, à la somme de fr. 1,642,898-89, placée, pour la plus grande partie, en rentes sur l'État belge.

Le tableau suivant permettra de se rendre compte du mouvement financier de la Caisse pendant les six dernières années :

ANNÉES.	RECETTES.	DÉPENSES.	EXCÉDENT des recettes.	EXCÉDENT des dépenses.	AVOIR à la fin de l'année.
1884 .	489,561 22	506,888 65	»	17,327 43	1,802,598 18
1885 .	461,060 13	515,928 22	»	54,868 09	1,747,730 09
1886 .	445,862 01	537,762 95	»	91,900 94	1,655,829 15
1887 .	573,211 14	583,859 58	»	10,648 44	1,645,180 71
1888 .	560,846 86	593,658 08	»	32,811 22	1,612,369 49
Moyennes.	506,108 27	547,619 50	»	41,511 22	»
1889 .	623,400 31	592,970 91	30,429 40	»	1,642,798 89

II. — *Pensions et secours.*

Les deux tableaux suivants indiquent, avec rappel des mêmes renseignements pour les cinq années précédentes, le nombre de personnes secourues, l'importance des secours distribués et la répartition de ceux-ci entre les différentes catégories de bénéficiaires (1).

(1) A remarquer que les rapports annuels de la Commission administrative renseignaient mal les nombres de personnes secourues dans les diverses catégories, les chiffres indiqués se rapportant aux bénéficiaires existant à la fin de chaque exercice. Les mêmes erreurs se sont glissées jusqu'ici dans les rapports de la Commission permanente des Caisses de prévoyance; nous les avons rectifiées dans les tableaux de ce chapitre, en additionnant, pour déterminer les nombres vrais, ceux des bénéficiaires existant au commencement de chaque année et des personnes ayant obtenu des pensions ou des secours pendant la même année.

ANNÉES.	NOMBRE des personnes secourues.	MONTANT DES PENSIONS ET SECOURS.	
		TOTAL.	Par personne.
1884	3,704	499,017 90	134 72
1885	3,744	507,315 30	135 50
1886	3,901	528,356 97	135 44
1887	4,147	566,791 07	136 67
1888	4,225	583,709 93	138 16
Moyennes . . .	3,944	537,038 23	136 16
1889	4,275	582,614 60	136 28

DÉSIGNATION des PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE DE PERSONNES SECOURUES.						
	1884	1885	1886	1887	1888	1884 à 1888 Moyennes	18[illegible]
Ouvriers mutilés	670	661	675	728	759	698	7[illegible]
Veuves d'ouvriers qui ont péri par accident	587	586	565	564	548	570	54[illegible]
Veuves d'ouvriers mutilés	30	35	38	42	43	38	[illegible]
Vieux parents d'ouvriers tués. .	66	64	63	57	55	61	5[illegible]
Orphelins de père et de mère . . / Enfants de veuves	620	596	564	535	496	562	47[illegible]
Vieux ouvriers infirmes . . .	1,709	1,767	1,979	2,187	2,287	1,986	2,32[illegible]
Indemnités aux veuves remariées.	9	17	7	18	14	13	1[illegible]
Pères et mères d'ouvriers qui ont péri par accident	13	18	10	16	23	16	1[illegible]

Les renseignements publiés par la Commission administrative de la Caisse de Liége ne permettent pas de distinguer d'une manière précise l'importance respective des pensions viagères et des pensions temporaires dans les sommes distribuées. Il est, en effet, à noter qu'il est très souvent accordé des pensions temporaires à des ouvriers blessés ou même mutilés, qui sont jugés pouvoir récupérer entièrement leurs moyens de travail, et qu'à défaut de mention spéciale de ces secours dans les tableaux du rapport de la Commission, ils doivent y être confondus sous la même rubrique, avec les pensions viagères obtenues par des ouvriers dont les blessures ou mutilations sont plus graves.

Nous n'insisterons pas sur les changements que les tableaux ci-dessus accusent entre les deux années 1888 et 1889. Ils sont, en somme, peu importants. Mais quand il s'agit de la Caisse de Liége, il n'est jamais inutile de faire ressortir la part exceptionnellement élevée que les vieux ouvriers et les infirmes prennent dans son budget. Leur nombre a

MONTANT DES SOMMES DISTRIBUÉES.						
1884	1885	1886	1887	1888	1884-1888 (moyenne)	1889
…9,845 »	110,522 30	114,423 97	120,796 09	126,629 26	116,423 32	130,831 60
…4,479 »	90,204 »	88,224 »	87,999 75	87,254 77	89,632 30	84,110 88
2,826 »	3,160 »	3,367 »	3,987 23	4,202 90	3,508 63	4,740 61
9,716 »	9,482 »	8,522 »	8,423 72	8,619 35	8,952 61	8,151 56
720 »	1,080 »	1,100 »	1,440 »	1,200 »	1,108 »	1,300 »
37,002 »	35,493 »	32,306 »	30,682 44	28,938 81	32,884 45	24,542 02
…41,204 »	251,749 »	278,139 »	308,251 84	321,634 84	280,195 74	324,447 93
2,025 »	3,825 »	1,575 »	4,050 »	3,150 »	2,925 »	2,250 »
1,300 »	1,800 »	700 »	1,160 »	2,080 »	1,408 »	2,240 »

encore augmenté de trente-neuf en 1889, et la somme qui leur a été distribuée, de fr. 2,813-09; elle atteint près de 56 p. °/₀ de la totalité des secours accordés.

Il est permis de se demander si une charge aussi considérable ne nuit pas à l'action de la Caisse envers ceux pour lesquels elle a été, dans le principe, spécialement instituée : les ouvriers victimes d'accidents et leurs familles. Cela ne s'accuse pas dans les chiffres du tableau suivant, qui nous montrent que le nombre des mutilés ou blessés secourus s'est successivement augmenté depuis 1860 dans une proportion très importante, sans réduction sensible du taux moyen du secours reçu. C'est naturellement sur cette catégorie de pensionnaires que, dans l'examen de cette question, notre attention devait plus particulièrement se porter, puisque les secours aux familles des ouvriers tués sont déterminés de manière précise, laissant moins de place à des dispositions plus ou moins généreuses.

	NOMBRE ANNUEL MOYEN d'ouvriers affiliés.	NOMBRE annuel moyen d'ouvriers blessés ou mutilés secourus par 1000 ouvriers affiliés.	TAUX moyen de secours que ces ouvriers ont obtenu par an.
			Frs.
Période de 1861 à 1865 .	21,240	5.9	177
Id. 1866 à 1870 .	23,780	13.9	156
Id. 1871 à 1875 .	27,231	19.1	175
Id. 1876 à 1880 .	25,980	25.4	177
Id. 1881 à 1885 .	24,911	28.1	174
Id. 1886 à 1889 .	25,074	35.5	170

Il n'en est pas moins vrai que l'assistance donnée par la Caisse de Liége à ceux que frappent ou lèsent les accidents de mines, est inférieure à celle des Caisses du Hainaut. C'est ce qui ressortira à l'évidence du tableau ci-après, dont tous les chiffres se rapportent à l'exercice 1889 :

	NOMBRE D'OUVRIERS affiliés.	SOMME TOTALE DES SECOURS PAYÉS aux blessés et mutilés.	SOMME TOTALE DES SECOURS PAYÉS par suite d'accidents.	SOMME TOTALE des secours payés pour invalidité ne résultant pas d'accidents.	DÉPENSE TOTALE en secours DE TOUTE ESPÈCE.
		Frs.	Frs.	Frs.	Frs.
Caisse de Liége.	26,097	130,831 60	258,166 67	324,447 93	582,614 60
Id. du Couchant de Mons . .	28,160	224,880 31	440,701 29	63,596 75	504,298 04
Id. du Centre	14,913	116,924 20	190,101 90	93,178 »	283,278 90
Id. de Charleroi	36,394	234,517 51 (1)	426,132 24	108,222 20	534,354 44
		Sommes que représentent ces secours par ouvrier affilié.			
		Frs.	Frs.	Frs.	Frs.
Caisse de Liége.	»	5.03	9.89	12.43	22.32
Id. du Couchant de Mons . .	»	7.99	15.65	2.26	17.91
Id. du Centre	»	7.84	12.75	6.25	19 »
Id. de Charleroi	»	6.33 (1)	11.71	2.97	14.68

(1) Non compris les secours accordés pour les enfants des pensionnaires de cette catégorie.

Il est inutile de faire remarquer que la modicité relative de l'intervention de la Caisse de Liége en faveur des ouvriers victimes d'accidents et de leurs familles ne peut s'expliquer par une situation différente de nos groupes miniers au point de vue de la fréquence des accidents. Les chiffres qui précèdent mettent en relief des différences considérables dans le mode d'action des diverses Caisses. Les services qu'elles rendent devraient cependant être les mêmes partout ; ce sera, il faut l'espérer, l'œuvre des lois, impatiemment attendues, qui résoudront chez nous cette importante question de l'assistance due aux classes ouvrières.

Il ne doit pas être omis de rapporter ici que, dans leur assemblée générale du 30 mai 1889, les exploitants affiliés à la Caisse de Liége ont décidé, à l'unanimité, de maintenir leur cotisation à 2 p. °/₀ des salaires pendant un nouveau terme de deux ans expirant le 30 juin 1891.

B. — Caisses particulières de secours.

Le tableau suivant résume les opérations des Caisses particulières de secours en 1889 ; il montre aussi comment ces Caisses se subdivisent suivant la manière dont elles sont alimentées :

CATÉGORIE.	NOMBRE DE MINES.	OUVRIERS.		RECETTES.		DÉPENSES.				
						MONTANT DES SECOURS EN				
		NOMBRE.	SALAIRES.	RETENUES sur les salaires.	SUBVENTIONS des exploitants.	Argent.	Médicaments.	Charbon, pain, etc.	HONORAIRES des médecins.	TOTAUX.
a) Caisses alimentées exclusivement par des retenues sur les salaires	11	3,950	3,933,650	79,908	»	44,197	17,892	1,852	12,048	75,989
b) Caisses alimentées exclusivement à l'aide de subventions des exploitants .	25	16,045	16,140,850	»	301,822	164,278	65,422	11,771	42,686	284,157
c) Caisses mixtes	10	6,309	5,892,000	131,465	27,870	98,477	33,683	6,175	19,914	158,249
TOTAUX. . .	46	26,304	25,966,500	211,373	329,692	306,952	116,997	19,798	74,648	518,395
				541,065						
Mines sans caisse (1) . . .	5	402	356,460							
Mines dépendantes de groupes d'établissements pour lesquels il n'existe qu'une caisse commune ne subdivisant pas ses comptes . .	2	482	395,200							
TOTAUX. . .	53	27,188	26,718,160							

(1) Trois de ces mines sont affiliées à des Sociétés d'assurances auxquelles elles ont versé 4,981 francs retenus sur les salaires.

La dépense totale des Caisses de secours, telle qu'elle résulte du tableau précédent, a été supérieure de 2,241 francs à celle de l'année antérieure. Elle s'est partagée entre quarante-six établissements qui ont

employé 26,304 ouvriers; la moyenne de la dépense par ouvrier a donc été de fr. 19-71.

Les subventions des exploitants représentent 61 p. °/₀ des recettes totales.

§ 5. — CAISSE DE NAMUR (1).

Le rapport de la Commission administrative renseigne pour l'exercice 1889, une recette totale de . . . . fr. 42,818 15
et une dépense totale de. 58,080 90

D'où un nouveau déficit de . . . . fr. 15,262 75
En 1880, la réserve était de . . . fr. 382,288 »
De 1881 à 1884, elle descend à. . . 363,607 »

réduite de . . . . fr. 18,681 »

ou fr. 4,670-75 en moyenne.

Pour bien apprécier la marche suivie, nous ne tenons pas compte dans les chiffres ci-après du bénéfice extraordinaire de fr. 7,728-11 réalisé en 1888 par le remboursement de titres, ce qui a réduit le déficit de la dite année de fr. 17,758-11 à 10,030 francs.

En 1885,	elle descend à	fr.	350,986 »,	réduite de	fr.	12,621 »
En 1886,	id.	»	334,076 »,	id.	»	16,910 »
En 1887,	id.	»	314,178 »,	id.	»	19,898 »
En 1888,	id.	»	304,148 »,	id.	»	17,758 11
En 1889,	id.	»	288,885 57,	id.	»	15,262 »

Soit pour les neuf années ci-dessus, un déficit total de . . . . fr. 101,130 11

ramené à 93,402 francs par le bénéfice de trésorerie rappelé ci-dessus.

Les relevés comparatifs suivants donnent pour la période de neuf années de 1881-1889, le détail des recettes et des dépenses.

(1) Rapporteur : M. GUINOTTE.

RECETTES.

ANNÉES.	VERSEMENTS des ouvriers.	VERSEMENTS des propriétaires.	INTÉRÊTS des CAPITAUX	SUBSIDES de l'État.	SUBSIDES de la province.	TOTAUX.
1881 . . .	19,924	19.668	15,603	1,291	250	56,736
1882 . . .	18,359	18,359	15,347	1,349	400	53.814
1883 . . .	19,050	19,050	15,197	1,330	550	55,177
1884 . . .	18,189	18,189	14,936	1,372	550	53,236
1885 . . .	16,712	16,712	14,903	1,358	550	50,235
1886 . . .	13,765	13,766	14,700	1,387	550	44,168
1887 . . .	12,864	12,864	12,556	1.166	550	40,000
1888 . . .	14.467	14,468	11,349	1,126	550	41,960
1889 . . .	15,454	15,454	10,208	1,152	550	42,818

DÉPENSES.

ANNÉES.	PENSIONS ET SECOURS.	FRAIS D'ADMINISTRATION.	TOTAUX.
1881	59,740	2,136	61,876
1882	56,097	2,022	58,119
1883	57,790	2,461	60,251
1884	55,281	2,118	57,399
1885	60,655	2,199	62,854
1886	58,830	2,249	61,079
1887	57,716	2,182	59,898
1888	57,370	2,348	59,718
1889	55,189	2,892	58,081

Ouvriers associés, recettes et paiements par genre d'associés en 1889.

	OUVRIERS.	SOMMES reçues.	SOMMES payées.
Dans 11 charbonnages	2,081	26,090 96	29,286 »
Dans 2 mines métalliques	9	104 25	2,880 »
Dans 3 mines libres	319	3,798 »	21,775 »
Dans une carrière	2	30 »	540 »
Dans 7 exploitations de terres plastiques et usines minéralurgiques . . .	73	885 »	708 »
	2,484	30,908 21	55,189 »

Les recettes ont légèrement augmenté et les dépenses ont quelque peu diminué. L'amélioration sera probablement plus accentuée pour 1890, mais elle sera due à une période de prospérité exceptionnelle de l'industrie houillère. On ne peut donc baser sur cette circonstance l'espoir d'un retour aux conditions de sécurité nécessaires à l'institution. Nous croyons devoir appeler l'attention de la Commission administrative sur l'utilité de prendre des mesures pour rétablir l'équilibre entre les recettes et les dépenses, ou mieux encore pour obtenir un excédent de recettes. Nous ne croyons pas que ce résultat puisse être atteint par la décision prise, mais à laquelle nous applaudissons cependant, de mettre à la charge des établissements particuliers, le service des pensions et secours pendant quatre mois, délai précédemment fixé à trois mois.

L'augmentation des recettes provient d'un nouvel accroissement du nombre d'ouvriers (1).

Caisses particulières.

Cette année, il n'a plus été fait de retenues aux ouvriers et les recettes, provenant des sommes versées par les exploitants, se sont élevées à . . . . fr. 31,948 34

Les dépenses ont également été de 31,948 34

Dont : fr. 18,823-79 pour secours en argent;

» 4,432-42 pour secours en médicaments;

» 7,052-37 pour honoraires des médecins;

et » 1,639-76 pour secours en charbons, vivres, frais d'hôpitaux et divers.

De l'équilibre entre les recettes et les dépenses, on peut vraisemblablement déduire que les secours ont été limités par les ressources dont on disposait.

Le rapport manque de précision sur le fonctionnement actuel de ces Caisses particulières.

(1) Nous relevons comme nombre d'ouvriers affiliés :

En 1884.	3,030	ouvriers.
En 1885.	2,769	id.
En 1886.	2,027	id.
En 1887.	2,039	id.
En 1888.	2,372	id.
En 1889.	2,484	id.

§ 6. Caisse du Luxembourg (1).

A. — *Caisse commune de prévoyance.*

Le rapport de la Caisse du Luxembourg pour 1889 renseigne que les recettes ordinaires de cet exercice se sont élevées à . fr. 6,064 84
Et les dépenses à 7,813 05

Comportant un mali de. . . . . fr. 1,748 21

Les recettes ont baissé en 1889 de fr. 118-46, à cause d'une diminution dans le nombre des ouvriers (542 au lieu de 569).

Les dépenses ont été réduites de fr. 810-30 sur 1888.

Afin d'être en mesure de faire face aux dépenses de 1889, la commission a dû vendre une partie d'un titre de l'emprunt belge 3 1/2 p. °/₀, ce qui a donné lieu à une rentrée extraordinaire de fr. 3,079-20, non comprise dans les recettes ordinaires indiquées plus haut.

Malgré cette opération, la réserve de la Caisse n'était plus, au 31 décembre 1889, que de fr. 22,858-61, au lieu de fr. 24,606-82 en 1888.

Plus que jamais, il importe d'aviser aux moyens d'augmenter les ressources de la Caisse du Luxembourg.

Le nombre des établissements associés était à la fin de 1889 de douze, divisés en seize exploitations, qui ont employé en moyenne 542 ouvriers. Ceux-ci ont fourni ensemble 146,340 journées de travail et reçu un salaire total de 463,230 francs, correspondant pour chacun d'eux à fr. 854-67 ou fr. 3-16 par jour.

Le tableau ci-après donne la comparaison de ces renseignements pour les cinq dernières années :

ANNÉES.	NOMBRE		MONTANT des SALAIRES.	SALAIRE MOYEN	
	d'ouvriers.	de journées.		par an.	par jour.
1885 . . .	832	226,530	632,944 »	760 67	2 81
1886 . . .	741	200,070	558,115 »	753 19	2 79
1887 . . .	689	186,030	524,895 »	761 82	2 82
1888 . . .	569	153,630	366,420 »	819 72	3 03
1889 . . .	542	146,340	463,230 »	854 67	3 16

(1) Rapporteur : M. Laporte.

Les recettes ordinaires de l'année se décomposent comme suit :

Retenue sur les salaires des ouvriers. . . . . . fr.	2,313 74
Cotisation des exploitants	2,313 74
Subside de l'Etat.	219 86
Id. de la province	250 »
Rente sur l'Etat et intérêts sur dépôts à la Banque . .	967 50
Total. . . fr.	6,064 84

Le tableau suivant établit la comparaison des recettes des cinq dernières années :

NATURE DES RECETTES.	ANNÉES				
	1889	1888	1887	1886	1885
Retenue et cotisation de 1 p. % sur le salaire . .	4,627 48	4,656 56	5,247 72	5,577 69	6,328 96
Subsides de l'Etat et de la province . .	469 86	506 74	522 90	546 73	522 17
Rentes sur l'Etat, intérêts.	967 50	1,020 »	1,143 04	1,133 80	1,214 56
Totaux . .	6,064 84	6,183 30	6,913 66	7,258 22	8,065 69

Les dépenses de 1889, en pensions et secours, ont été appliquées comme suit :

36	ouvriers incapables de travailler . . . fr.	3,762 50
17	veuves d'ouvriers	2,125 »
3	parents d'ouvriers	195 »
1	ouvrier vieux et infirme	100 »
15	enfants	550 »
9	secours	610 »
81	Fr.	7,342 50

Dans le tableau qui suit figurent les dépenses totales des cinq dernières années :

ANNÉES.	PENSIONS ET SECOURS.	FRAIS D'ADMINISTRATION.	DÉPENSES TOTALES.
1885.	8,658 60	467 50	9,126 10
1886.	8,513 75	455 »	8,968 75
1887.	8,552 25	469 50	9,021 75
1888.	8,168 35	455 »	8,623 35
1889.	7,342 50	470 55	7,813 05
	41,235 45	2,317 55	43,553 00

Voici la comparaison des recettes et des dépenses de ces mêmes années :

ANNÉES	RECETTES.	DÉPENSES.	BONI.	MALI.
1885	8,065 69	9,126 10	»	1,060 41
1886	7,258 22	8,968 75	»	1,710 53
1887	6,913 66	9,021 75	»	2,108 09
1888	6,183 30	8,623 35	»	2,440 05
1889	6,864 84	7,813 05	»	1,748 21
	34,485 71	43,553 »	»	9,067 29

Les charges de l'Association étaient, au 1er janvier 1890, savoir :

Pensions acquises, déduction faite des secours temporaires et des extinctions de l'année . . . . fr. 7,516
Frais d'adminstration 470

Total. . . fr. 7,986

A cette somme s'ajouteront les pensions et les secours de l'exercice courant. D'autre part, les extinctions viendront en déduction.

Les charges étaient, au 1er janvier 1889 de . . . . . fr. 8,175
Soit en moins pour 1890 189

B. — *Caisses particulières de secours.*

Le tableau ci-après donne le mouvement de ces Caisses pendant les cinq dernières années :

ANNÉES.	RECETTES.	DÉPENSES.
1885	9,246 12	11,395 83
1886	7,976 52	8,653 88
1887	7,198 06	9,716 41
1888	4,390 94	4,288 67
1889	4,598 55	4,784 35
	33,380 19	38,839 14

Les recettes ainsi que les dépenses ont été supérieures à celles de l'exercice précédent.

C. — *Accidents.*

Ouvrier tué 0
Ouvriers blessés. . . 2

Approuvé par la Commission permanente des Caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs.

L'Ingénieur principal
des mines,
Membre Secrétaire,

Henri WITMEUR.

Le Directeur général
des mines,
Président,

G. ARNOULD.

V. — Machines a vapeur. — Visite annuelle. — Etat du boulon fusible. — Circulaire a MM. les Ingénieurs, chefs du service des appareils a vapeur (12 avril 1890, n° 6779; instruction n° 11).

Aux termes de l'article 51 du règlement de police sur les appareils à vapeur, celui qui emploie une chaudière est tenu, indépendamment de l'examen habituel qui se fait lors des nettoyages, de la faire visiter au moins une fois par an, pour s'assurer qu'elle présente, en tous points, la résistance nécessaire.

Je crois devoir signaler à votre attention que, à l'occasion de ces visites annuelles, on ne doit pas omettre d'examiner l'état du boulon fusible prescrit par l'article 28, pour les chaudières à foyers intérieurs.

L'expérience montre, en effet, que les boulons sont parfois incrustés et que le métal fusible est susceptible à la longue de s'altérer, de manière à ne pouvoir éventuellement se fondre au moment opportun.

Le visiteur de chaudière portera donc son attention sur cet appendice et en consignera l'état de conservation dans son procès-verbal, conformément au prescrit de l'article 52 du règlement.

Le cas échéant, le métal fusible du boulon devra être renouvelé.

Le Ministre de l'Agriculture,
de l'Industrie et des Travaux Publics,

Léon De Bruyn.

VI. — Appareils a vapeur dépendant des services de l'État. — Surveillance. — Arrêté ministériel du 20 mai 1890, n° 6514.

Le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics,

Vu l'article premier de l'arrêté du 10 octobre 1887, concernant la règlementation des appareils à vapeur dépendant des services de l'État, ainsi conçu :

« Les appareils à vapeur dépendant d'un service de l'État sont sur- « veillés par les agents du Département auquel ce service ressortit, à « moins que le chef de ce Département ne demande que cette surveil- « lance s'exerce par les fonctionnaires qui, aux termes de l'article 55 « de l'arrêté royal du 28 mai 1884, sont désignés par Notre Ministre de « l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics. »

Vu les demandes formulées, en application de cette disposition, par les chefs des Départements de la Justice, des Finances, de l'Intérieur et de l'Instruction publique et de la Guerre;

Arrête :

Article premier. — Les appareils à vapeur dépendant des services de l'État dans les Départements susmentionnés et renseignés au tableau ci-annexé, sont soumis à la surveillance des Ingénieurs des mines et des Ingénieurs des ponts et chaussées, conformément aux indications de ce tableau.

Art. 2. — Ampliation du présent arrêté sera adressée aux chefs des Départements ministériels susdits, pour information et pour exécution, chacun en ce qui le concerne, aux chefs du service de la surveillance des appareils à vapeur.

Bruxelles, le 20 mai 1890.

Léon De Bruyn.

TABLEAU

des appareils à vapeur dépendant des services de l'Etat dont la surveillance doit être exercée, en application de l'article 1er *de l'arrêté royal du* 10 *octobre* 1887, *par les fonctionnaires qui, aux termes de l'article* 55 *de l'arrêté royal du* 28 *mai* 1884, *sont désignés par le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics, à la demande des Chefs des Départements ministériels auxquels ces appareils ressortissent.*

[illegible]

[illegible] de [illegible] Instrum[illegible]

[illegible] des [illegible] commes[illegible]

[illegible] apeur.

[illegible] mbre.

Dé[illegible]
cha[illegible]
des [illegible]
B[illegible]

NOMBRE de chaudières	NOMBRE de machines	PROVINCE	DÉSIGNATION DU SERVICE CHARGÉ DE LA SURVEILLANCE
"	"	Anvers	Ponts et Chaussées
6	2	Brabant	—
1	"	—	—
2	2	—	—
2	"	—	—
1	"	Flandre occidentale	—
"	"	—	—
1	"	Hainaut	Mines
1	"	—	—
"	"	Liége	—
3	2	Brabant	Ponts et Chaussées
3	3	Anvers	—
3	"	Liége	Mines
1	"	—	—
"	"	Namur	—
2	3	Anvers	Ponts et Chaussées
1	1	—	—
3	2	—	—
1	1	—	—
2	"	—	—
2	2	—	—
6	2	—	—
1	"	—	—
1	1	—	—
3	1	Brabant	—
1	"	—	—
6	3	—	—
1	1	—	—
1	1	Limbourg	—
1	1	Liége	Mines
5	3	—	—
4	5	—	—
1	"	Namur	—
1	"	—	—
1	"	Flandre orientale	Ponts et Chaussées
1	"	Flandre occidentale	—

VII. — Machines a vapeur. — Evaluation de la force des machines compound. — Circulaire a MM. les Ingénieurs, chefs du service des appareils a vapeur (29 juillet 1890, n° 6661 ; instruction n° 12).

Aux termes de la circulaire ministérielle du 11 juillet 1878, l'évaluation de la force motrice des machines à vapeur, pour servir de base à l'assiette de l'impôt foncier, doit se faire d'après la formule et les indications consignées dans la résolution adoptée le 18 décembre 1877, par la commission consultative des appareils à vapeur.

Des réclamations se sont élevées en ces derniers temps sur l'application faite aux machines dites *compound* à détente variable (des systèmes Sulzer et Corliss, notamment), à deux ou trois cylindres, du chiffre d'admission du 1/6 du volume du grand cylindre, prescrit pour le calcul des machines de Woolf à détente variable.

Il a été reconnu, qu'en effet, l'usage de ce coefficient donne, pour le genre de machines dont il s'agit, des résultats inexacts et exagérés.

Me référant à l'avis émis sur cet objet par la commission consultative des machines à vapeur, j'ai l'honneur de vous informer que, pour le calcul de la force des machines *compound*, il y a lieu d'admettre que, à la fin de la détente, la tension de la vapeur est :

de 0^k55, pour les machines à deux cylindres,

et de 0^k45, pour les machines à triple expansion.

La tension de la vapeur au moment de l'admission étant désignée par P kilogr., le degré d'admission sera donc :

$\frac{0\text{-}55}{P}$, pour les machines à deux cylindres, et

$\frac{0\text{-}45}{P}$, pour les machines à triple expansion.

Le Ministre de l'Agriculture,
de l'Industrie et des Travaux publics,
Léon De Bruyn.

VIII. — Machines a vapeur. — Procès-verbaux d'accidents et de contraventions. — Appréciations étrangères a l'exposé des faits. — Circulaire a MM. les Ingénieurs chefs du service pour la surveillance des appareils a vapeur (21 janvier 1891, n° 6960; instruction n° 13).

Aux termes de l'article 61 de l'arrêté royal du 28 mai 1884, vous avez à m'adresser des copies des procès-verbaux des acccidents survenus et des contraventions constatées dans l'emploi des appareils à vapeur.

Il arrive parfois que le texte de ces documents renferme des appréciations ou des réflexions étrangères à l'exposé circonstancié des faits, ce qui peut offrir des inconvénients.

Je vous prie de vouloir bien veiller à ce que les procès-verbaux d'accidents soient restreints à la relation des faits et circonstances qui ont précédé, accompagné et suivi l'accident, et les procès-verbaux de contraventions, à l'énoncé pur et simple de celles-ci.

Il s'entend que les appréciations relatives aux faits constatés seront formulées dans des rapports distincts.

Je confirme, par la présente, les instructions de ma circulaire du 22 mars 1890, n°s 6953-287, vous priant :

1° de m'envoyer les procès-verbaux d'accidents ou de contraventions immédiatement, au fur et à mesure de l'instruction de chaque affaire ;

2° de joindre à cet envoi une copie certifiée conforme de l'état descriptif des appareils en cause, renseignant les résultats des visites officielles, prescrites par le règlement.

Le Ministre de l'Agriculture,
de l'Industrie et des Travaux publics,
Léon De Bruyn.

IX. — Machines a vapeur. — Procès-verbal d'épreuve a délivrer en duplicata. — Timbre. — Circulaire a MM. les Ingénieurs chefs de service pour la surveillance des appareils a vapeur (20 février 1891, n° 6976; instruction n° 14.

L'article 43 de l'arrêté royal du 28 mai 1884 stipule, en ce qui concerne l'épreuve des chaudières à vapeur : « Une copie du procès-verbal d'épreuve sera délivrée à court délai, au propriétaire de la chaudière, par l'ingénieur chef de service des machines à vapeur. »

On a posé la question de savoir si cette disposition implique la délivrance éventuelle d'un duplicata, qui serait demandé par un ayant-droit, au cas par exemple de perte de la copie primitive.

Cette question doit être résolue affirmativement, sous la réserve, naturellement, que la demande soit dûment justifiée.

Il est à remarquer, en ce qui concerne ce duplicata, aussi bien que pour la copie primitive, qu'il faut se conformer au prescrit de l'art. 12 de la loi du 13 brumaire an VII, qui soumet au timbre « toutes les expéditions et tous les extraits des actes, arrêtés et délibérations des autorités constituées administratives, qui sont délivrés aux citoyens. »

Pour l'exécution de cette prescription légale, l'impétrant aura à faire imbrer à l'extraordinaire la formule imprimée du certificat, préalablement à la signature de celui-ci par le fonctionnaire compétent.

Le Ministre de l'Agriculture,
de l'Industrie et des Travaux publics,
Léon De Bruyn.

X. — Machines a vapeur, — Répartition du service de la surveillance. — Arrêté ministériel du 20 mars 1891.

Le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics,

Vu l'article 55 de l'arrêté royal du 28 mai 1884, concernant la police des appareils à vapeur, lequel stipule, notamment :

« Notre Ministre de l'Intérieur désigne les fonctionnaires de l'État qui seront chargés de la surveillance des appareils à vapeur. »

Vu l'arrêté du 16 juin 1882, transférant du ministère de l'Intérieur à celui de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics les attributions relatives aux ponts et chaussées et aux mines;

Vu l'arrêté royal du 10 octobre 1887, réglant la surveillance des appareils à vapeur dépendant des services de l'État;

Voulant désigner d'une manière explicite, en application de l'article 55 susmentionné, les fonctionnaires qui seront chargés de la surveillance des appareils à vapeur autres que ceux qui sont régis par l'arrêté du 10 octobre 1887, susdit,

Arrête :

Article premier. — Outre la mission de surveillance qui leur est dévolue en application de l'arrêté royal susmentionné du 10 octobre 1887, le corps des ingénieurs des mines et le corps des ingénieurs des ponts et chaussées sont chargés, sous notre autorité, de veiller et de pourvoir à l'exécution des lois, règlements et arrêtés concernant la police des appareils à vapeur, tant fixes que mobiles.

Art. 2. — Les ingénieurs du corps des mines exerceront cette mission :

1° Dans tous les établissements privés ou qui dépendent des autorités communales et provinciales des provinces minières : Liége, Namur, Hainaut et Luxembourg;

2° Dans les établissements privés régis par la loi du 21 avril 1810, existants ou qui seraient établis dans les provinces d'Anvers, de Brabant, de la Flandre orientale, de la Flandre occidentale et de Limbourg ;

3° Dans toutes les carrières à ciel ouvert de l'arrondissement de Nivelles et de la partie de celui de Bruxelles située au sud de la route de Nivelles à Hal et Ninove.

Art. 3. — Les ingénieurs du corps des ponts et chaussées exerceront la mission susmentionnée dans tous les établissements privés ou dépendant des autorités communales et provinciales autres que ceux qui sont énumérés dans l'article précédent.

Les appareils à vapeur fixes qui servent à l'alimentation des canaux sont aussi placés dans les attributions des ingénieurs du corps des ponts et chaussées.

Art. 4. — Sont assimilés aux appareils à vapeur des établissements privés, en ce qui concerne l'exécution du présent arrêté, ceux qui sont employés par des entrepreneurs travaillant pour le compte et dans les chantiers de l'administration des chemins de fer de l'État, à l'exception toutefois des appareils qui doivent ultérieurement devenir la propriété de la dite administration, laquelle pourvoira à leur surveillance.

Art. 5. — Sont rapportées toutes les prescriptions antérieures relatives à l'objet du présent arrêté.

Bruxelles, le 20 mars 1891.

Léon De Bruyn.

TABLE

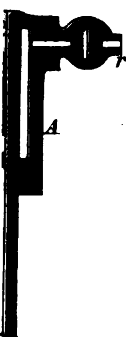
DES

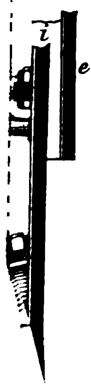
MÉMOIRES, RAPPORTS ET DOCUMENTS

CONTENUS

DANS LE 48e VOLUME DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

m


r
A

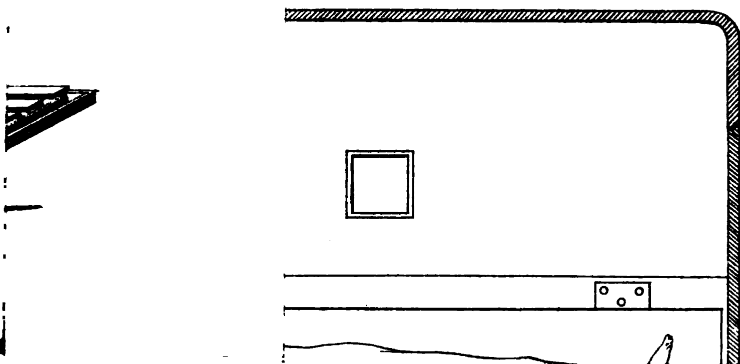

i
e

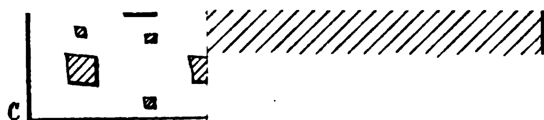


Nive

RANSPOS.

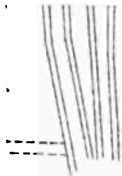
Planche III.





D_1

C_1



al de Plasschendaele à Nieuport

ıtions maritimes à établir à Ostende

. avec un nouveau canal maritime

l'Ostende à Bruges.

ʾhelle de 1 à 10.000.



